

4 • 2007

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

12 апреля — День космонавтики!

Поздравляю читателей журнала «Радио» с праздником!

• Усилитель мощностью 1200 Вт
• Измеритель емкости аккумуляторных батарей
• Питание люминесцентных ламп
• Четвертое поколение мобильной связи
...и еще 24 конструкции

ISSN-0033-765X

4
2007

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Космонавт М. Тюрин с борта МКС поздравляет читателей журнала "РАДИО".

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ЦИФРОВОЙ ЧАСТОТОМЕР
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ
ТЕРМОСТАТ-ХРОНОМЕТР
СКАЙНИРОВАННАЯ ТЕЛЕФОНИЯ

Тираж журнала «Радио» № 3 сдан в ОАО «Роспечать» для рассылки подписчикам 12.03.2007 г.



Издается с 1924 года

4•2007
МАССОВЫЙ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"–"Радиофронт"–"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.

Регистрационный № 01331

Главный редактор Ю. И. КРЫЛОВ

Редакционная коллегия:
В. И. ВЕРЮТИН, А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЕВ, Б. С. ИВАНОВ, Е. А. КАРНАУХОВ (ОТВ. СЕКРЕТАРЬ), С. Н. КОМАРОВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, В. Г. МАКОВЕЕВ, С. Л. МИШЕНКОВ, А. Л. МСТИСЛАВСКИЙ, А. Н. ПОПОВ, Б. Г. СТЕПАНОВ (ПЕРВЫЙ ЗАМ. ГЛ. РЕДАКТОРА), Р. Р. ТОМАС, В. В. ФРОЛОВ, В. К. ЧУДНОВ (ЗАМ. ГЛ. РЕДАКТОРА)

Выпускающие редакторы: А. С. ДОЛГИЙ, В. К. ЧУДНОВ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Верстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 207-31-18. Факс: (495) 208-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (495) 207-08-48
Отдел рекламы — (495) 208-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 208-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 207-77-28
Бухгалтерия — (495) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 19.03.2007 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная. Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

Отпечатано в ООО «ИД Медиа-Пресса», 127137, Москва, ул. «Правды», д. 24, стр. 1. Зак. 70701.

12 апреля — День космонавтики

Космонавты — радиолюбители

Сергей САМБУРОВ (RV3DR),
г. Королев Московской обл.

На борту Международной космической станции, главным руководителем которой являются США, находится очередной экипаж МКС-14 в составе астронавтов Майкла Лопез-Алегрия (KE5GTK) и Саниты Лин Уильямс (KD5PLB), которая заменила астронавта Европейского космического агентства Томаса Райтера (DF4TR), и космонавта Михаила Тюрина (RZ3FT). Кроме того, с этим экипажем летала Анюше Ансари (оператор RS0ISS), которая проявила большой интерес к проведению связей на любительской радиостанции. Эта обаятельная женщина оказалась прекрасным инженером, в короткий срок прошла тренировки и полностью освоила систему радиолюбительской связи. Во время полета она провела серию сеансов связи как с радиолюбителями США, так и с радиолюбителями своей родины — Ирана.

В процессе своего короткого полета бразильский космонавт Маркос Понтес (PY0AEB) провел сеансы связи с Бразильским национальным Музеем в Рио-де-Жанейро, со школьниками Бразилии и Европы.

Очень активен в радиолюбительском эфире был астронавт МКС-12 Уильям МакАртур (KC5ACR). В послеполетном интервью он сказал: *"По системе любительской связи я практически ежедневно общался со школьниками — только в США в проекте участвовали 38 школ. Наиболее приятное впечатление в полете я испытал, общаясь с детьми с орбиты по радио"*. За время своего шестимесячного полета он провел около 2000 связей, выполнил условия многих дипломов.

В апреле планируется старт нового экипажа МКС-15 в составе командира Федора Юрчихина (RK3DUP), Олега Котова (оператор RS0ISS) и Чарльза Симони (KE7KDP).

Российские космонавты в полном объеме проходят подготовку по радиолюбительской связи и готовы проводить сеансы, но, к сожалению, в настоящее время все проекты в нашей космонавтике должны приносить деньги. А некоммерческое радиолюбительство, которое пропагандирует космонавтику и привлекает молодежь к науке и технике, находится в загоне. У американцев другой подход. Практически во все выходные астронавтам планируют проведение сеансов связи со школьниками всего мира, готовя себе смену в космонавтике. В России программы проведения таких сеансов нет.

С апреля 2006 г. на борту находился экипаж МКС-13 в составе космонавта Павла Виноградова (RV3BS) и американского астронавта Джефа Виллиамса (KD5TVQ). Павел Виноградов работал в радиолюбительском эфире с орбитального комплекса "Мир" в составе 24-й основной экспедиции в 1997—1998 гг. Он активно занимался установкой режима SSTV на бортовой любительской радиостанции. Павел сумел починить старый компьютер и настроил программное обеспечение для режима SSTV. Он стал первым в мире человеком, передавшим с борта МКС изображения по любительским каналам связи. Проведя несколько сеансов передачи изображений, он оживил интерес радиолюбителей всего мира к МКС.

Окончание. Начало см. на 2-й с. обложки



Бортовую аппаратуру любительской радиосвязи на тренажере осваивает Чарльз Симони (KE7KDP).

Автор статьи услышал много слов благодарности, но, вернувшись на работу в родной отдел, получил вместо благодарности брань от начальника отдела. В конечном итоге я был вынужден покинуть отдел, в котором проработал 25 лет. Но благодаря усилиям космонавта-радиолюбителя, начальника отдела внекорабельной деятельности А. Ф. Полещука (RV3DP) радиолюбительские дела в РКК "Энергия" не исчезли. Он поддержал это направление в своем отделе.

Надо прямо сказать, что не все руководители нашего предприятия положительно относятся к радиолюбительскому каналу связи на МКС. Одним не нравится, что радиолюбители могут общаться с экипажем без их участия, другие утверждают, что радиолюбители пришлют в компьютер вирус, который испортит все компьютеры, в том числе и системы управления на МКС. Необходимо заметить, что основная часть радиолюбительского оборудования находится в Служебном модуле Российского сегмента МКС, и только часть оборудования — на модуле ФГБ. На Служебном модуле расположены четыре антенные системы, а внутри оборудована современная коллективная радиостанция с КВ и УКВ трансиверами, мощными преобразователями питания, антенными переключателями и т. п.

Но включить SSTV в штатный режим эксплуатации нам не удалось. Из-за отсутствия на борту радиолюбительского компьютера эта аппаратура используется только для голосовой связи. Хотя она может работать и в пакетном режиме, и в режиме SSTV.

Незадолго перед этим полетом Павел обратился к автору статьи с просьбой организовать канал связи с жителями города Анадырь, где он учился в школе. К сожалению, людей, способных организовать такой пункт связи в Анадыре, не оказалось, и автору статьи пришлось приобрести необходимое оборудование в Москве и вылететь с ним на Дальний Восток. Были некоторые сомнения в успехе этого эксперимента. Наклонение орбиты МКС составляет 52 градуса, а г. Анадырь находится на 64-м градусе 44 мин северной широты. Следовательно, максимальный угол от горизонта, под которым пролетает МКС на широте Анадыря, составляет всего 3—4 градуса. Задача облегчалась тем, что город стоит на горе Александра, а в направлении на МКС нет возвышенностей — только водная поверхность.

На крыше дома, где размещается клуб "Школа странствий", мы установили направленную девятиэлементную антенну. Первые сеансы связи оказались неудачными. Неожиданно выяснили, что антенный разъем закорочен. Как только мы заменили разъем, то сразу же установили связь с МКС. Сигнал от МКС оказался на удивление сильным. Длительность сеансов была по 6—7 минут, т. е. практически такой же, как в Москве. Руководитель наземного пункта связи и руководитель "Школы странствий" Владимир Сертун, работающий на городском радио, записал почти все сеансы связи, которые потом транслировал по каналу городского радио. Жители города и Павел Виноградов были очень довольны, что такая связь была организована.

QSL-карточки за связи с МКС рассылает Александр Давыдов (RN3DK), с которым можно связаться по адресу: А. Давыдов, Ново-Мытищинский проспект, 52-111, Мытищи-18, Московская обл., 141018, Россия. Его e-mail: **RN3DK@mail.ru** .

Кроме радиолюбительской деятельности, на борту МКС мы в настоящее время вместе с международной группой ARISS готовим проект нового спутника "РадиоСкаф-2", который планируем запустить в конце 2007 г. с борта МКС в честь 50-летия запуска первого спутника и 150-летия со дня рождения К. Э. Циолковского. Дополнительно к оборудованию спутника "РадиоСкаф-1" планируется установить четыре видеокамеры SSTV, четыре панели солнечных батарей и четыре научных прибора. ■

CSTB - 2007

В международном выставочном центре "Крокус Экспо" 5—7 марта прошли выставка и конференция по разви-



тию кабельного и спутникового телерадиовещания — "CSTB-2007". Организаторами проведения стали объединения "MID'expo-международные выставки и ярмарки" и "Ассоциация Кабельного Телевещания России" при поддержке Министерства культуры и массовых коммуникаций РФ, "Международной Ассоциации Производителей Вещательного Оборудования" (IABM), а также издательств журналов "Телеспутник" и "625".

Основной целью международного форума стали определение и техническая реализация проблем в области качественного сдвига производства, доставки и приема видео- и звуковых программ массовых вещательных сетей.

Точно так же, как несколько ранее, произошел качественный скачок при переходе от "моно" к "стерео" в звуковом вещании и от черно-белого изображения к цветному в телевидении, сейчас настало время сделать следующий шаг к совершенствованию массовой информации. У нас уже давно на слуху термины "спутниковое", "кабельное" в отношении телевидения, которые, по сути, определяют способ доставки сигнала потребителю. А сам конечный продукт пока остается на уровне предыдущего этапа — классическое двухканальное стерео- и цветное изображение с разложением 525/625 строк.

Развитие цифровых способов обработки сигналов и цифровых коммуникационных систем открывает дорогу к новым прогрессивным решениям — изображению с более высокой четкостью (HD — high definition), полифоническому звуковому сопровождению с лучшей локализацией источников звука и естественностью его воспроизведения, интер-





активным запросом потребителем интересующих программ.

Как показали проводимые выставка и конференция, разработчики предлагают весьма успешные решения и в широком спектре направлений — цифровое телевидение через спутники (компании Quali-TV, PACE, Philips, Humax, Scopus, Tandberg и др.) и по кабельным сетям (Coship, EVS, Omneon, Thomson/GrassValey), полностью ориентированные на системы высокой четкости (HDTV). Это направление поддержано и производителями кинопродукции (HD Union — Ассоциация Телевидения Высокой Четкости и Цифрового Кино). Интересно представлена продукция мультимедийного телевидения по IP протоколу (Scopus, SIDSA, Harmonic, Kreatel, Amino).

В подавляющем большинстве представленное оборудование отображало достижения в области студийных комплексов, передающих и приемных центров. Спора нет, это весьма интересно специалистам в области производства и доставки программ, да и в коммерческом отношении выгода немалая. Видимо, по этой причине оконечные устройства приемного терминала — индивидуальная приемная аппаратура с системами отображения — были представлены несколько скромнее. Но они-то в немалой степени интересовали посетителей, так сказать "неспециалистов". Три отечественных предприятия показали индивидуальные и коллективные антенны (к их чести сказать, с очень богатой номенклатурой и вполне доступной ценой для массового потребителя) и знакомые российским телезрителям иностранные производители — LCD телевизоры от фирм Sharp, Samsung, JVC, Panasonic, Sony; плазменные панели от Pioneer, Panasonic, Samsung; относительные новинки сезона — малогабаритные проекторы и проекционные телевизоры"комнатного" формата от JVC, Projection Design, Canon, Sony.

Общее впечатление от выставки неплохое, с небольшим налетом грусти, что все показанное пока еще по "техническим причинам" не всегда и не в полной мере доступно на наших необъятных российских просторах. Будем ждать и надеяться на то лучшее, что нам показали!

Материал подготовил Е. Карнаухов

EXPO ELECTRONICA

ВЕСНА "ЭкспоЭлектроники"

25—28 апреля 2007 г. в Международном выставочном центре "Крокус-Экспо" в Москве пройдет 10-я Юбилейная международная специализированная выставка "ЭкспоЭлектроника".

Организаторы выставки — международные выставочные компании "Примэкспо" и ITE Group Plc при содействии ООО "Электронинторг-С".

Официальную поддержку выставке оказывают Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по науке и инновациям, Федеральный Фонд развития электронной промышленности, Управление радиоэлектронной промышленности и систем управления Федерального агентства по промышленности, ОАО "Российская электроника".

В 2007 г. выставка "ЭкспоЭлектроника" отмечает свое десятилетие. За это время она стала первой по значению и масштабу отраслевой выставкой в России и крупнейшей в Восточной Европе. Ежегодно ведущие российские и зарубежные производители демонстрируют на ней последние разработки и новинки отрасли. Выставка продолжает расти и развиваться. Для сравнения, в 1998 г. ее общая площадь составляла всего 300 кв. м., а в 2006 г. — в 60 с лишним раз больше — 18 100 кв. м., число иностранных участников увеличилось более чем в четыре раза и достигло 24 % от общего количества экспонентов. За время существования выставку посетили более 150 000 специалистов.







Для организаторов выставка "ЭкспоЭлектроника" — это, в первую очередь, участники и их успехи. В преддверии юбилея постоянные экспоненты выставки поделились своими достижениями, планами и пожеланиями. Вот только некоторые из них.

Анна Раченкова, заместитель начальника отдела технической поддержки компании "Микро ЭМ":

"Участие в выставке "ЭкспоЭлектроника" является для нас одним из основных стимулов профессионального роста. Главные наши приобретения за время участия — это опыт и более глубокое понимание дела, которым мы занимаемся. И контакты с новыми клиентами, конечно. Безусловно, за 10 лет выросли и уровень самой выставки, и уровень ее участников. Причем за последние три года произошел качественный рост, что в сочетании с приемлемым уровнем цен делает дальнейшее сотрудничество еще более привлекательным для нас. Хотелось бы, чтобы эти положительные тенденции сохранились и в будущем".

Иван Полянский, заместитель директора департамента микроэлектроники ООО "Аргуссофт Компани":

"Электроника в России пережила на протяжении последних 10 лет ряд серьезных потрясений, которые коснулись как предприятий-потребителей электронных компонентов, так и поставщиков, дистрибьюторов и разработчиков. Мы можем рассказать о том, что произошло с нами, одним из ведущих дистрибьюторов России. Самое главное, мы пережили несколько стадий "качественного" роста компании, которые коснулись структуры и сопровождались изменением бизнес-процессов и внедрением новой информационной системы. Мы вместе со многими нашими заказчиками выросли до масштабов организации с четырьмя региональными офисами и обширной клиентской базой. К сожалению, нам не удалось избежать трудностей, связанных с кризисами и дефолтом, с которыми столкнулся весь российский бизнес 90-х годов. Однако мы успешно с ними справились и смогли извлечь полезный опыт. Сейчас мы с оптимизмом смотрим в будущее и выражаем благодарность всем российским и зарубежным партнерам за поддержку и понимание в трудные времена.

Выставка "ЭкспоЭлектроника" интересна нам по целому ряду причин. Во-первых, она позволяет встретиться с большинством российских и зарубежных партнеров в формате, который позволяет не только рассказать о наших новинках, но и обсудить вопросы текущего сотрудничества и наметить планы на будущее. Во-вторых, мы устанавливаем контакты с новыми потенциальными заказчиками и завязываем с ними отношения. Именно вторая составляющая остается стабильно высокой на протяжении всех лет, в чем безусловная заслуга организаторов. На наш взгляд, выставка эволюционировала в лучшую сторону и стала играть большую роль в жизни компаний-дистрибьюторов электронных компонентов. Сегодня на выставке освещается самый широкий спектр вопросов — от сугубо технических до связанных с маркетингом и продвижением продукции. Можно с уверенностью сказать, что "ЭкспоЭлектроника" — выставка № 1 по электронике и электронным компонентам в России. Для нас выставка "ЭкспоЭлектроника" — это имидж, успех, весна".

Материал подготовил В. Фролов

Курьезы из истории радиовещания

21 января 1925 г. состоялось официальное открытие радиостанции МГСПС в Доме союзов. Первые передачи длились всего несколько часов в день: консультации по самообразованию, в том числе и для радиолюбителей, чередовались с докладами и лекциями. Изредка транслировали оперы и концерты. А в марте 1925-го радиобюро МГСПС устроило массовое прослушивание — на Охотнорядской площади на балконе Дома союзов установили четыре мощных громкоговорителя, позволявшие собравшейся многотысячной толпе услышать торжественное заседание пленума МГСПС, посвященное Международному дню 8 Марта. Спустя два года начала работать более мощная радиостанция, резко увеличив радиус приема: передачи из Колонного зала стали принимать в Поволжье и на Урале. В связи с этим резко изменился и внешний облик Дома. Высота радиомачт, установленных на крыше бокового флигеля Дома союзов по Георгиевскому переулку, достигала 40 метров. "Дом союзов будет единственным в СССР зданием, на крыше которого расположены столь высокие радиомачты, — писали газеты. — Вес каждой мачты доходит до 35—40 пудов... Мачты изготовлены на заводе "Серп и Молот" и подарены радиостанции МГСПС кружком радиолюбителей этого завода...". Никаких предварительных записей, разумеется, в то время не существовало — все радиопередачи велись "вживую". Радиостудия как таковая отсутствовала, и первые радиоконцерты часто проходили на свежем воздухе. Микрофон выносили во двор, собирались артисты и начинался концерт. Исполнители порой опаздывали, но здесь администрация Дома нашла выход. Местный сторож дядя Миша очень хорошо играл на гармони; вот его-то выступлениями и заполняли непредвиденные паузы. Но в один прекрасный день сторожа чем-то обидели, и он вышел к микрофону очень недовольный. Перед тем как начать свое выступление, он сделал краткое, но энергичное заявление в адрес обидчика. Заявление, как и можно было ожидать, на 90 % состояло из слов нецензурных. Понятно, что после такого "откровения" дядю Мишу и близко не подпускали к микрофону.

В те годы даже просвещенная публика имела весьма смутное представление о радио. Одна из певиц, спев на радио арию, выбежала на улицу и стремглав помчалась к огромным картонным репродукторам, из которых она рассчитывала услышать свой "неповторимый голос"...

Телефон-телевизор

Финская компания Nokia представила новый телефон модели "N77", специально созданный для просмотра цифрового DVB-H телевидения. Устройство имеет выделенную TV-кнопку, умеет запоминать последний просмотренный канал, поддерживает функцию напоминания о программах и другие телевизионные функции. Кроме этого, телефон содержит серьезный музыкальный плеер, который поддерживает аудиоформаты MP3, AAC, AAC+, eAAC+ и WMA, возможность расширения памяти до



2 ГБ. Среди других возможностей аппарата — двухмегапиксельная фотокамера, поддержка стандартов WCDMA 2100, EDGE и обычного GSM. Аппарат "Nokia N77", построенный на базе платформы S60, появится в продаже во втором квартале текущего года.

По материалам http//www.mobiset.ru/news

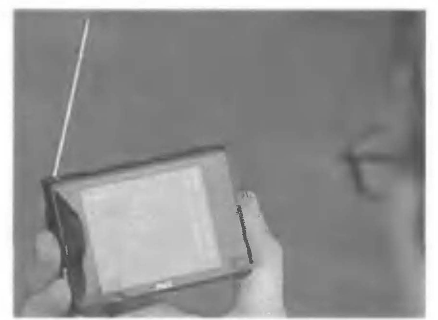
ТВ без сквернословия?

Американский изобретатель М. Джарман работает над устройством, которое сможет подвергать цензуре телевизионные передачи на предмет использования ненормативной лексики. Устройство будет анализировать так называемые "скрытые субтитры", сопровождающие практически любую телевизионную программу. В том случае, если будет обнаружено слово, которое пользователь системы пометил как неприемлемое, звук телевизора будет отключен на короткий промежуток времени. Устройство также сможет заблокировать какой-либо канал целиком, проверив описание программ в электронных ТВ-гидах. Изобретатель может столкнуться с техническими трудностями, связанными с тем, что субтитры не всегда соответствуют звуковому ряду по времени, но Джарман уверен в собственных силах. Ранее он сотрудничал с компанией ClearPlay, где создал технологию, способную отфильтровывать сцены насилия, секса и ненормативную лексику при просмотре фильмов на DVD.

По материалам http://lenta.ru/news

Миниатюрный DMB-плейер

Компания Kedcom представила портативный медиаплеер "Podi", предназначенный для приема цифрового теле- и радиовещания в форматах DAB и DMB. Помимо этого, новинка имеет еще и встроенный стандартный УКВ радиоприемник. Дисплей "Podi" диагональю 3,2 дюйма с разрешением 320×240 точек способен отображать до 262 тыс. цветов. Отдельного упоминания заслуживает дизайн новинки, соответствующий последним тенденциям моды. Корпус сделан из черного глянцевого плас-



тика, а управление осуществляется с помощью линии сенсорных кнопок с красной подсветкой. Для улучшения приема плейер оснащен телескопической антенной. Вес новинки — всего 77 г, при этом она имеет встроенный литиевый аккумулятор, емкости которого хватает на четыре часа просмотра.

По материалам http//www.hpc.ru/news

"WINDOWS XP" еще поживет

Компания Microsoft сообщила о том, что она собирается увеличить срок поддержки продуктов "Windows XP Home" и "Media Center Edition" вплоть до апреля 2009 г. Пользователи данных версий операционной системы получат полноценную поддержку в течение следующих двух лет, а затем смогут воспользоваться еще одним, пятилетним продлением до 2014 г. Обычно срок поддержки продуктов "Microsoft" составляет не более 5 лет с начала продаж и не более 2 лет с момента выпуска полностью работающей стабильной версии. Таким образом, фактически срок поддержки "Windows XP" должен был закончиться в прошлом году, так как официально операционная система вышла в 2001-м. Дополнительные пять лет являются ответом на критику в отношении "Microsoft" о том, что после выхода новой операционной системы ("Windows Vista") "...об обновлениях "XP" компания может благополучно забыть и не тратить на нее время...". Поддержка в течение следующих двух лет обещает быть полностью бесплатной, расширенная же поддержка до 2014 г. включает бесплатные обновления безопасности и исправление мелких недоработок, но за исправление других ошибок придется доплачивать.

По материалам http://www.cnews.ru

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Напоминаем вам, что в мае состоится подведение итогов конкурса на лучшую публикацию в наших журналах за 2006 г. В июльском номере прошлого года мы просили вас откликнуться и поддержать нашу традицию — высказать свои мнения и пожелания. В вашем распоряжении еще один месяц. Надеемся на вашу активность.

Редакция

Индикатор наведения спутниковой антенны

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Для того чтобы контролировать сигнал, принимаемый антенной спутниковой системы на месте ее установки, очень пригодится описываемый ниже прибор. Он позволит точно ориентировать антенну на спутник и получить хорошее качество приема.

При монтаже оборудования для приема спутникового телевидения или Интернета одной из проблем можно назвать точную ориентацию антенны на спутник. Легко решить ее можно, используя индикатор, внешний вид которого показан на **рис. 1**. Он снабжен микроамперметром, отклонение стрелки которого зависит от уровня принимаемого сигнала. Индикатор включают между кабелем снижения и высокочастотным облучателем-конвертером (так называемым блоком LNB) спутниковой системы.

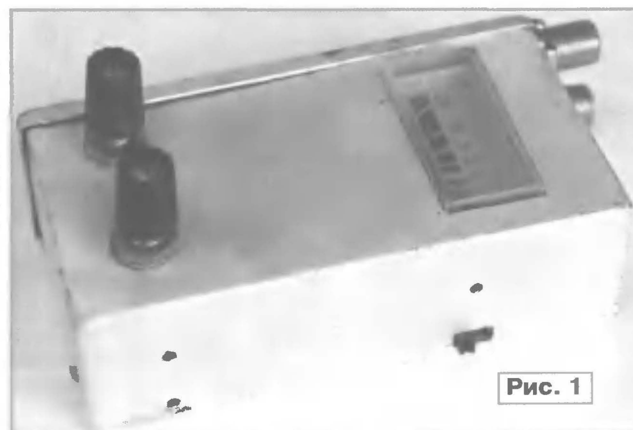


Рис. 1

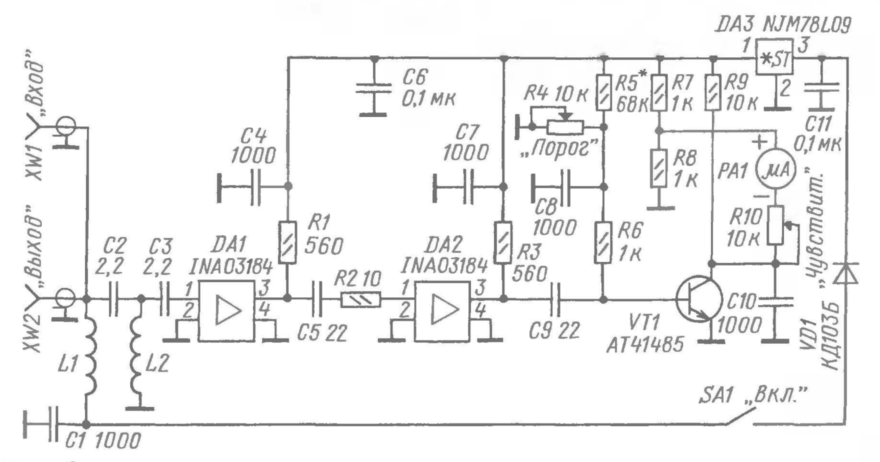


Рис. 2

Схема устройства изображена на **рис. 2**. Оно содержит два одинаковых усилителя ВЧ на микросхемах DA1, DA2, детектор на транзисторе VT1 и стабилизатор напряжения на микросхеме DA3. Каждый из усилителей потребляет ток 8...10 мА, имеет коэффициент усиления 22...25 дБ до частоты 2 ГГц и верхнюю граничную частоту 2,5 ГГц по уровню –3 дБ. Общий коэффициент усиления в интервале частот 0,7...2,2 ГГц достигает 45 дБ.

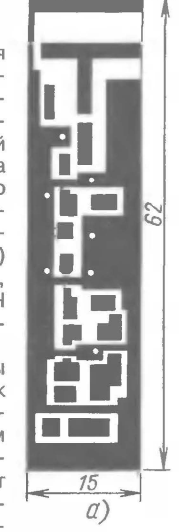
Для подавления сигналов частотой менее 700 МГц на входе установлен ФВЧ C2L2C3. Чувствительность индикатора регулируют переменным резистором R10. Переменным резистором R4 устанавливают режим по постоянному току транзистора VT1, который служит амплитудным детектором. Питание на индикатор поступает по кабелю снижения от ресивера через ФНЧ L1C1 и защитный диод VD1.

После подключения кабеля снижения и конвертера к гнездам XW1, XW2 и включения устройства переменным резистором R4 устанавливают такой режим работы транзистора VT1, чтобы микроамперметр PA1 показал ток, близкий к нулю. Выходной сигнал конвертера (в том числе и шумовой) проходит через ФВЧ, первый, затем второй усилители ВЧ и поступает на базу транзистора VT1.

При увеличении амплитуды сигнала ВЧ коллекторный ток через транзистор VT1 увеличивается, а напряжение на нем уменьшается. В результате через микроамперметр PA1 будет протекать ток. Чем больше уровень сигнала, тем сильнее отклоняется стрелка. При ее малом или большом отклонении чувствительность прибора увеличивают или уменьшают переменным резистором R10 соответственно.

При медленном изменении пространственной ориентации антенны и приближении к точному направлению на спутник стрелка индикатора отклоняется больше. По максимуму ее отклонения ориентируют антенну точно на спутник. При этом сигнал поступает на ресивер и можно наблюдать результаты настройки на экране телевизора или монитора.

В устройстве, кроме указанных на схеме, можно использовать другие малогабаритные детали для поверхностного монтажа: микросхему INA03170 (DA1, DA2), любой интегральный стабилизатор напряжения в корпусе SOT-89 с напряжением стабилизации 8...9 В (DA3), транзисторы — AT41411, AT41435, AT41486 (VT1), постоянные резисторы РН1-12 типоразмера 1206, переменные серий СП4, СПО, конденсаторы К10-17В или аналогичные импортные.



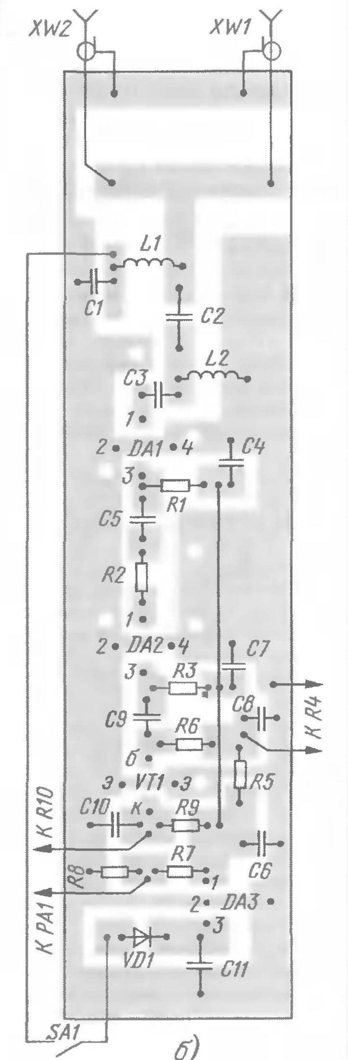
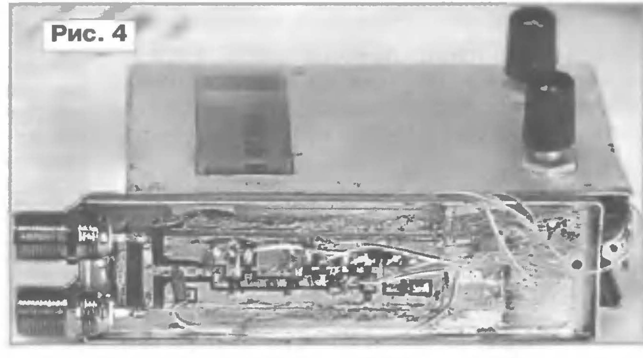


Рис. 3

Катушки L1, L2 намотаны проводом ПЭВ-2 0,2 на оправке диаметром 2 мм. Катушка L1 содержит 10 витков, намотка — виток к витку, катушка L2 — 3 витка с шагом 1 мм. Разъемы — типа F. Выключатель питания — любой малогабаритный. Микроамперметр — с током полного отклонения 100...200 мкА и сопротивлением от нескольких сотен ом до нескольких единиц килоом.

Большинство деталей размещено на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита, эскиз которой представлен на **рис. 3**. Металлизация обеих сторон соединена между собой припаянной по краю платы фольгой и через отверстия (отрезками луженого провода). Плату по краям припаивают к металлической крышке корпуса, к которой также припаивают и разъемы, как видно на **рис. 4**. Переменные резисторы, микроамперметр и выключатель размещают на корпусе (желательно также металлическом) устройства.


Рис. 4

Потребляемый индикатором ток — примерно 30 мА. Для питания индикатора, а также конвертера можно использовать автономный источник, например, батарею гальванических элементов или аккумуляторов напряжением 12 В. В этом случае на корпусе индикатора следует установить дополнительные гнезда для подключения батареи, соединив их с выводами конденсатора С1.

Для включения индикатора между кабелем снижения и конвертером необходимо сделать кабель требуемой длины с двумя вилками типа F на конце.

Налаживания устройство не требует, нужно только проверить напряжение на выходах микросхем DA1, DA2, которое должно быть в пределах 4...4,5 В.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев, фото — В. Мусияка

Новые селекторы каналов для цифровых телевизоров

Б. ХОХЛОВ, доктор техн. наук, г. Москва

Автора многих интересных статей Бориса Николаевича Хохлова редакция уже представляла на страницах журнала в своем юбилейном году во врезке к материалу "Битва систем. К 50-летию цветного ТВ вещания в мире. Стандарты цветного ТВ. Принятие системы SECAM в СССР" ("Радио", 2004, № 2, с. 8). В апреле этого года ему исполняется 75 лет. Поздравляя Бориса Николаевича, редакция желает дальнейшего плодотворного сотрудничества с нами, которое уже продолжается 50 лет.

В помещаемой здесь статье Б. Н. Хохлов знакомит читателей с новыми разработками селекторов телевизионных каналов.

Современное направление конструирования селекторов каналов — Silicon tuners появилось несколько лет назад. Основные особенности этих "кремниевых" селекторов — отсутствие металлического корпуса, улучшение технических параметров и значительное сокращение числа используемых компонентов.

"Кремниевые" селекторы получили такое название потому, что они могут представлять собой только одну микросхему с незначительным числом внешних деталей. А как известно, микросхемы делают на основе широко распространенного химического элемента — кремния.

В разработках указанных селекторов участвуют фирмы PHILIPS, MICRONAS, EPCOS, ST MICROELECTRONICS (THOMSON), MICROTUNE, FREESCALE, MOTOROLA, CONEXANT, SILICON WAVE, ZARLINK. Компании PHILIPS, MICROTUNE, MICRONAS, MOTOROLA, FREESCALE, ST MICROELECTRONICS и ZARLINK разрабатывают и выпускают микросхемы для "кремниевого" селектора. Фирма EPCOS изготавливает пассивные компоненты, в частности фильтры ПАВ.

Существуют две модификации "кремниевого" селектора. Структурная схема первой из них изображена на **рис. 1**. Обозначения на ней: УВЧ — усилитель ВЧ; ПФ — полосовой фильтр; СМ1 и СМ2 — смесители; ГЕТ1 и ГЕТ2 — гетеродины; ФАПЧ1 и ФАПЧ2 — устройства фазовой автоматической подстройки частоты; УПЧ1 и УПЧ2 — усилители ПЧ; ДЕМ — цифровой демодулятор; ПАВ1 и ПАВ2 — полосовые фильтры, основанные на использовании поверхностных акустических волн; TS (Transport stream) — сигналы транспортного потока.

УВЧ → ПФ → СМ1 → ПАВ1 → УПЧ1; АРУ ВЧ; ГЕТ1 ← ФАПЧ1
СМ2 → ПАВ2 → УПЧ2 → ДЕМ → TS; ГЕТ2 ← ФАПЧ2; АРУ ПЧ

Рис. 1

На входе селектора включен неперестраиваемый усилитель ВЧ, нагрузкой которого служит широкополосный фильтр ПФ, например, охватывающий диапазоны метровых и дециметровых волн. Коэффициент передачи усилителя ВЧ изменяется напряжением АРУ ВЧ. На выходе усилителя ВЧ включен первый преобразователь частоты, состоящий из смесителя СМ1 и гетеродина ГЕТ1, перестраиваемого системой фазовой автоподстройки частоты ФАПЧ1, которая позволяет выделять выбранный радиоканал. Первую ПЧ выбирают близкой к 1 ГГц (чаще всего 1220 МГц). Для обеспечения необходимой избирательности включен фильтр ПАВ1. Выпускаемые фирмой EPCOS фильтры для "кремниевого" селектора представлены в **таблице**. Другие параметры фильтра B1610, рассчитанного на полосу пропускания 8 МГц, следующие:

Обозначение	Код	Центральная частота, МГц	Полоса пропускания, МГц	Входной/выходной импеданс, Ом	Корпус
B1602	LC23B	1090	12	50/50	QCC8B
B1603	LB78F	1220	8	200/200	QCC8B
B1607	LJ78	1120	32	200/200	QCC8D
B1610	LJ69	1220	8	200/200	QCC8D

Максимальное затухание (типовое), дБ 4,2 (3,6)
Максимальная неравномерность АЧХ в полосе частот 1216...1224 МГц (типовая), дБ 1,2 (0,6)

Неравномерность группового времени запаздывания (ГВЗ) в полосе частот 1216...1224 МГц, нс 15
Рабочий интервал температуры, °С ....–40...+85
Габариты, мм ....3×3×1,1

Высокая первая ПЧ позволяет существенно повысить подавление зеркального канала.

Второй преобразователь частоты с неперестраиваемой системой ФАПЧ2 (второй гетеродин обычно выполняют с кварцевым резонатором) переносит спектр сигнала на стандартную ПЧ. В России центральная частота цифрового канала ПЧ равна 35,25 МГц, в Западной Европе — 36 МГц. В "кремниевом" селекторе каналов на позиции фильтра ПАВ2 может быть использован стандартный (называемый "цифровым") фильтр фирмы EPCOS, например, X6857D или отечественный фильтр ФПЗП7.518.

Фирма MICROTUNE выпустила серию микросхем для "кремниевого" селектора первой модификации: МТ2050, МТ2060 и МТ2131.

Микросхема МТ2050 обеспечивает прием радиосигналов в интервале частот 48...860 МГц. Первая ПЧ — 1220 МГц, вторая ПЧ — стандартная (36 МГц). Оба фильтра ПАВ — вне микросхемы. Интервал работы АРУ ВЧ и АРУ ПЧ — по 30 дБ. Фактор шума — не более 7,3 дБ. Уровень фазовых шумов — –86 дБ/Гц на частоте 10 кГц и –109 дБ/Гц на частоте 100 кГц. Напряжение питания — 5 В. Микросхема предназначена для кабельных модемов.

Микросхему МТ2060 используют в цифровых (в том числе и для DVB-T) приставках. Интервал частот входного сигнала — 48...860 МГц. Первый фильтр ПАВ встроен в микросхему. Первая ПЧ — 1220 МГц, вторая — в интервале 30...60 МГц. Интервал работы АРУ ВЧ — 30 дБ. Фактор шума — не более 8 дБ. Напряжение питания — 3,3 В. Микросхема предназначена для блоков SET-TOP BOX, кабельных модемов и модулей PC TV.

Микросхема МТ2131 — это блок Front-end для американских стандартов NTSC и ATSC. Полоса частот входного сигнала — 48...1000 МГц. Оба фильтра ПАВ внешние. Интервал работы АРУ ВЧ — 55 дБ, а АРУ ПЧ — 39 дБ. Фактор шума — 8 дБ. Напряжение питания — 5 В. Микросхема предназначена для приставок SET-TOP BOX NTSC/ATSC, цифровых телевизоров ATSC и устройств для записи дисков DVD.

Фирма MICROTUNE разработала "кремниевый" селектор первой модификации для системы DVB-T, в котором применены выпускаемые этой фирмой микросхемы МТ1110 и МТ2060, а также цифровой (COFDM) демодулятор STV0361 фирмы ST MICROELECTRONICS (THOMSON). Селектору присвоено название "MT2060-STV0361-RD". Он соответствует стандарту ETS 300 744 и европейскому стандарту Nordig Unified 1.01. На выходе селектора формируются сигналы транспортного потока (TS).

Селектор может принимать радиосигнал в полосе частот 50,5...858 МГц. Он имеет чувствительность — 82 дБ, что

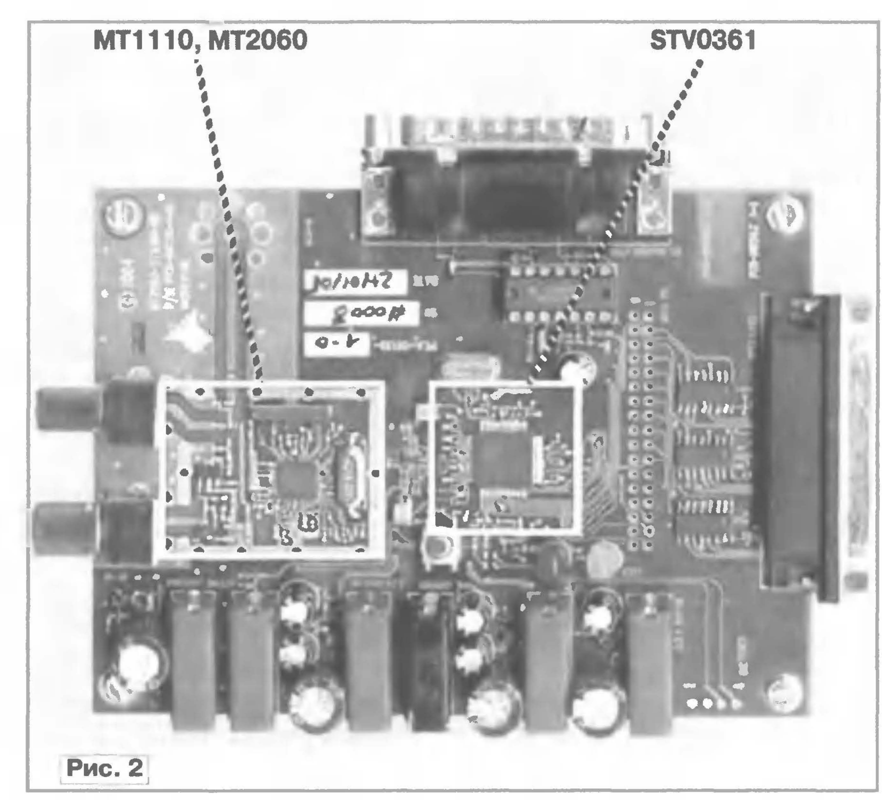


Рис. 2

при входном импедансе 75 Ом соответствует размаху сигнала 25 мкВ. Отношение сигнал/шум при уровне входного сигнала 28 дБ — 50 дБ. Номинальный уровень входного сигнала — 25 дБ. При входном импедансе 75 Ом это соответствует размаху сигнала 15 мВ. На **рис. 2** показан вид этого селектора.

Фирма MICRONAS разработала аналогичный "кремниевый" селектор с использованием микросхемы МТ2060. Цифровым демодулятором COFDM в нем служит микросхема DRX3975 фирмы MICRONAS. На **рис. 3** представлена схема этого селектора. На схеме для упрощения опущены LC-, RC- и П-образные LC-фильтры, включенные во все цепи подачи напряжений питания микросхем и узлов.

Микросхема MAX4789 (U4) на входе селектора предназначена для выключения антенны, которую присоединяют к разъему CON2. Фильтр L8—L10C42C46C51 — режекторный, не пропускающий на вход селектора помехи в полосе частот с центральной второй ПЧ. Микросхема BGA614 (U1) усиливает радиосигнал на 18 дБ, а MACPES0045 (B1) обеспечивает согласование со входом микросхемы МТ2060 (TU1).

При большом уровне радиосигнала антенну можно подключить к разъему CON1, тогда сигнал будет проходить непосредственно на вход микросхемы TU1.

Тактовые сигналы для микросхем МТ2060 (TU1) и DRX3975D (U2) формируются в генераторах, содержащихся в них, с кварцевыми резонаторами Y2, Y1 на частоту 16 МГц. Сигналы транспортного потока снимают с выводов 25—32 микросхемы DRX3975D.

Фирма PHILIPS разработала микросхему TDA8271 для "кремниевого" кабельного селектора. Микросхема предназначена для кабельного модема или блока SET-TOP BOX. Она обрабатывает радиосигналы в полосе частот 47...862 МГц. Выполнена в корпусе SOT618-1 (6×6×0,9 мм). Канал ПЧ может иметь полосу пропускания 7 или 8 МГц. При этом центральная частота канала равна соответственно 4,5 или 5 МГц. Фильтр ПАВ не требуется, так как фильтрация сигнала обеспечивается цифровым способом. Размах выходного сигнала ПЧ равен 2 В. Отношение сигнал/шум — 50 дБ, фактор шума — 8 дБ. Подавление зеркального канала — 50 дБ. Неравномерность ГВЗ в полосе пропускания — 0,25 мкс/МГц. Фазовые шумы для частоты 10 кГц — –85 дБ/Гц, а для частоты 100 кГц — –105 дБ/Гц. Пределы изменения управляющего напряжения АРУ ПЧ — 1,3...2,3 В. Структурная схема селектора не опубликована.

Микросхемы для "кремниевого" селектора первой модификации выпускает также фирма FREESCALE SEMICONDUCTOR. На **рис. 4** изображена структурная схема микросхемы MC44S803 этой фирмы. Радиосигнал в интервале 48...861 МГц поступает на усилитель ВЧ через ВЧ трансформатор БАЛ (балун). В микросхеме использовано двойное преобразование частоты с двумя системами ФАПЧ, работающими с общим кварцевым генератором. Первый фильтр ПАВ имеет центральную частоту 1086 МГц. После второго понижающего преобразователя включен второй фильтр ПАВ с центральной частотой, лежащей в пределах от 30 до 80 МГц. Оба фильтра ПАВ находятся вне микросхемы. Сигнал с выхода усилителя ПЧ с цепью АРУ ПЧ может быть подан через коммутатор К на цифровой или аналоговый вход приемника.

тел. 208-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru • РАДИО № 4, 2007

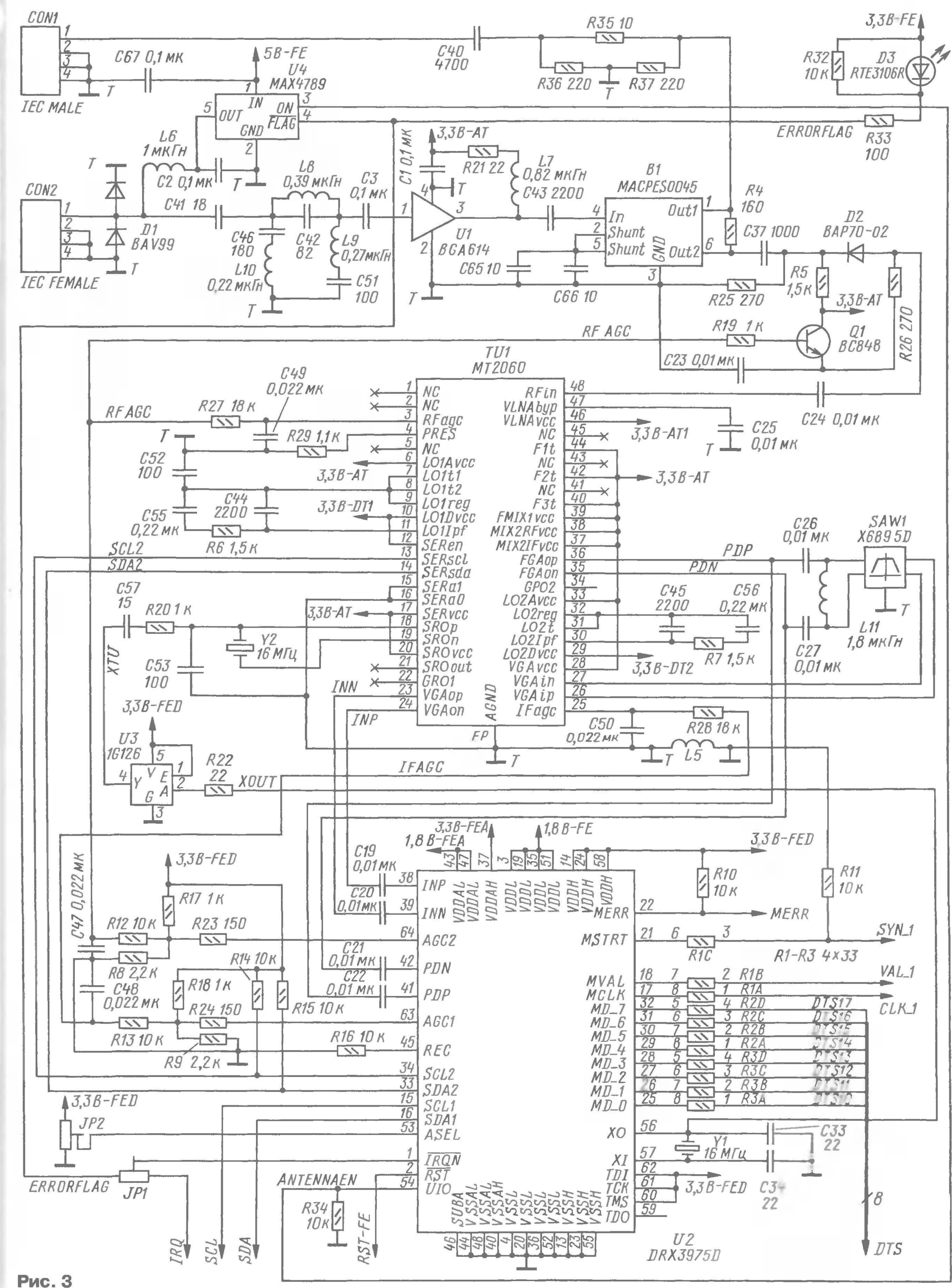

CON1
IEC MALE
CON2
IEC FEMALE
C67 0,1 мк
5В-FE
U4
MAX4789
IN
OUT
GND
ON
FLAG
L6
1 мкГн
C2 0,1 мк
C41 18
D1
BAV99
L8
0,39 мкГн
C3
0,1 мк
C46
180
C42
82
L9
0,27мкГн
L10
0,22 мкГн
C51
100
C40
4700
R35 10
R36 220
R37 220
C1 0,1 мк
3,3В-AT
R21 22
L7
0,82 мкГн
C43 2200
U1
BGA614
C65 10
C66 10
B1
MACPES0045
In
Shunt
Shunt
GND
Out1
Out2
R4
160
C37 1000
D2
BAP70-02
R5
1,5 к
R25 270
R26 270
3,3В-FE
R32
10 к
D3
RTE3106R
ERRORFLAG
R33
100
RF AGC
R19 1 к
Q1
BC848
C23 0,01 мк
C24 0,01 мк
TU1
MT2060
NC
RFagc
PRES
LO1Avcc
LO1t1
LO1t2
LO1reg
LO1Dvcc
LO1Ipf
SERen
SERscl
SERsda
SERa1
SERa0
SERvcc
SROp
SROn
SROvcc
SROout
GRO1
VGAop
VGAon
AGND
RFin
VLNAbyp
VLNAvcc
F1t
F2t
F3t
FMIX1vcc
MIX2RFvcc
MIX2IFvcc
FGAop
FGAon
GPO2
LO2Avcc
LO2reg
LO2t
LO2Ipf
LO2Dvcc
VGAvcc
VGAin
VGAip
IFagc
RF AGC
R27 18 к
C49
0,022 мк
R29 1,1 к
C52
100
C44
2200
C55
0,22 мк
R6 1,5 к
3,3В-AT
3,3В-DT1
3,3В-AT1
C25
0,01 мк
SCL2
SDA2
C57
15
R20 1 к
Y2
16 МГц
C53
100
XTU
INN
INP
PDP
PDN
C26
0,01 мк
SAW1
X6895D
L11
1,8 мкГн
C27
0,01 мк
C45
2200
C56
0,22 мк
R7 1,5 к
3,3В-DT2
C50
0,022 мк
R28 18 к
L5
FP
IFAGC
3,3В-FED
U3
1G126
R22
22
XOUT
C47 0,022 мк
R17 1 к
R12 10 к
R23 150
R8 2,2 к
C48
0,022 мк
R14 10 к
R18 1 к
R24 150
R15 10 к
R13 10 к
R9 2,2 к
R16 10 к
3,3В-FEA
1,8 В-FEA
1,8 В-FE
C19
0,01 мк
C20
0,01 мк
C21
0,01 мк
C22
0,01 мк
INP
INN
AGC2
PDN
PDP
AGC1
REC
SCL2
SDA2
SCL1
SDA1
ASEL
IRQN
RST
UIO
VDDAL
VDDAH
VDDL
VDDH
MERR
MSTRT
MVAL
MCLK
MD_7
MD_6
MD_5
MD_4
MD_3
MD_2
MD_1
MD_0
XO
XI
TDI
TCK
TMS
TDO
SUBA
VSSAL
VSSAH
VSSL
VSSH
R10
10 к
R11
10 к
MERR
SYN_1
R1C
R1-R3 4x33
VAL_1
CLK_1
R1B
R1A
R2D
R2C
R2B
R2A
R3D
R3C
R3B
R3A
Y1
16 МГц
C33
22
C34
22
3,3В-FED
DTS
JP2
JP1
ERRORFLAG
ANTENNAEN
R34
10 к
IRQ
SCL
SDA
RST-FE
U2
DRX3975D

Рис. 3

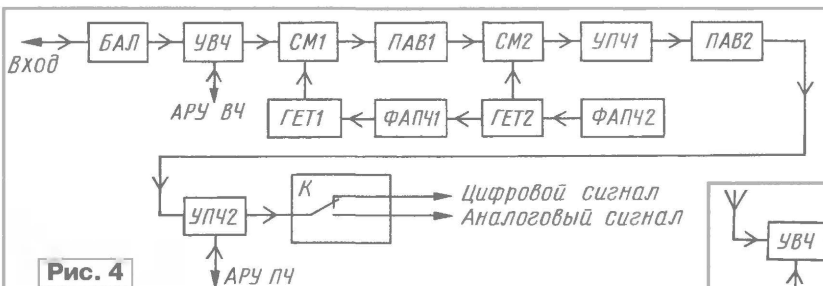


Рис. 4

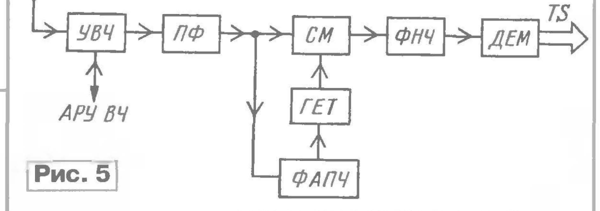


Рис. 5

I(t)
STV0299
Q(t)
TS
УВЧ
СМ
ФНЧ
АРУ ВЧ
ГЕТ
ФАПЧ
STB6000
Интерфейс I^2C

Рис. 6

Фирма ZARLINK выпускает "кремниевый" селектор первой модификации ZLE10568. Он содержит две микросхемы. Микросхема SL2101 обеспечивает преобразование радиосигнала в сигнал первой ПЧ с центральной частотой 1200 МГц. Микросхема ZL10100 — понижающий преобразователь частоты, на выходе которого получается сигнал второй ПЧ с центральной частотой 36 МГц.

Фирма MOTOROLA производит "кремниевый" селектор на микросхеме MC44C800 (корпус TQFP 48 EP), которая имеет следующие параметры:

Интервал частот ВЧ, МГц ....50...861
Коэффициент шума, дБ 8
Фазовый шум
на частоте 10 кГц, дБ/Гц ....–94
на частоте 100 кГц, дБ/Гц ....–100
Избирательность по ПЧ, дБ 63

Существует вторая модификация "кремниевого" селектора, структурная схема которого представлена на **рис. 5**.

Селектор содержит широкополосный усилитель ВЧ и одну перестраиваемую систему ФАПЧ, которая настраивает гетеродин селектора на частоту принимаемого радиосигнала. В результате преобразования спектр сигнала переносится на частоту, которая равна нулю, т. е. на выходе смесителя СМ сразу выделяется видеосигнал. Такой радиоканал называют каналом с синхронным гетеродином.

Для обеспечения необходимой избирательности и оптимизации характеристики ГВЗ выделенный на выходе смесителя видеосигнал проходит через прецизионный фильтр нижних частот (ФНЧ). Фильтр имеет плоскую АЧХ и линейную фазочастотную характеристику, что обеспечивает и неискаженную переходную характеристику.

Следует отметить, отступив немного от темы статьи, что идея радиоприема с синхронным гетеродином совсем не нова. Еще в 30-е годы прошлого века советским ученым Евгением Григорьевичем Момотом (1902—1957 гг.) был предложен, подробно разработан и практически использован принцип синхронного радиоприема, при котором частота гетеродина совпадает с частотой принимаемого радиосигнала и обеспечивается его захват. Академик Владимир Иванович Сифоров в 1936 г. охарактеризовал Е. Г. Момота как самого крупного советского специалиста в области радиоприема.

В июне 1941 г., когда уже началась Великая Отечественная война, в Ленинграде готовили к выпуску основную книгу Е. Г. Момота "Проблемы и техника синхронного приема". Но в здание типографии попала немецкая бомба, и тираж книги сгорел. В. И. Сифорову удалось найти сигнальный экземпляр книги Е. Г. Момота только через 20 лет, и в 1961 г., уже после смерти Е. Г. Момота, книга была напечатана с портретом автора. В предисловии В. И. Сифоров сетует на то, что специалисты, работающие в области синхронного приема, в своих статьях, как правило, даже не упоминают автора идеи Е. Г. Момота. К сожалению, эта ситуация сохранилась до настоящего времени.

Зарубежные фирмы, разумеется, ничего не знают о работах Е. Г. Момота, считают себя авторами идеи синхронного приема и называют приемник с синхронным гетеродином системой ZIF (Zero IF, т. е. нулевая ПЧ). Поэтому необходимо восстановить память о разработчике теории синхронного приема Е. Г. Момоте, благородном поступке академика В. И. Сифорова и технический приоритет России в этом вопросе.

Фирма PHILIPS разработала микросхемы TDA8262 и TDA8263, содержащие активные элементы "кремниевого" селектора второй модификации для спутникового стандарта DVB-S. К сожалению, описания их не опубликованы.

Фирмой ST MICROELECTRONICS (THOMSON) разработаны микросхемы STB6000 и STB6100 также для спутникового "кремниевого" селектора второй модификации и изготовлен сам селектор, в котором использованы одна из этих микросхем и спутниковый демодулятор STV0299. Структурная схема селектора показана на **рис. 6**. Микросхемы выполнены в корпусах QFN-32 (число выводов — 32).

В состав микросхемы STB6000 входят усилитель ВЧ с регулируемым коэффициентом передачи (функция АРУ ВЧ), смеситель СМ, система ФАПЧ, обеспечивающая синхронный режим гетеродина, и выходное звено, формирующее разделенные квадратурные компоненты сигнала I(t) и Q(t), которые поступают на симметричный вход цифрового демодулятора STV0299. Диапазон частот принимаемого сигнала — 950...2150 МГц. Обеспечивается демодуляция видов модуляции 8PSK/QPSK.

Селектор обрабатывает сигналы систем DVB-S, DVB-S2, DIRECTV, ISDB-S, VSAT и позволяет пользоваться Интернетом через спутниковый канал. Скорость обработки информации — 1...45 Мегасимволов в секунду. В селекторе применена система ФАПЧ с низкими шумами. Обеспечиваются также низкие фазовые шумы, высокая линейность и существенное подавление гармоник.

Совершенно очевидно, что и в России следует начать разработку "кремниевых" селекторов и отечественных микросхем для них.

Редактор — А. Михвйлов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Ламповый усилитель мощностью 1200 Вт

Ю. ЗАХАРЕНКОВ, г. Ярцево Смоленской обл.

Усилитель изготовлен на базе узлов промышленного УПВ-1,25 (мощностью 1250 Вт). Он обеспечивал звуковое вещание в небольших городах или в районах крупных городов. В предлагаемом усилителе, предназначенном для озвучивания зала дискотеки, достигнуты мягкая характеристика ограничения амплитуды и небольшие гармонические искажения.

Современные усилители звуковой частоты с выходной мощностью 1000...2000 Вт строят на транзисторах. Ламповый усилитель такой мощности имеет общий вес 150...200 кг и его размеры намного больше, что делает его неудобным при перевозке. Но если он используется стационарно в одном помещении, этот недостаток менее заметен.

Ламповый усилитель, изготовленный для клубной дискотеки, при его относительной простоте обеспечивает высококачественное звучание через распределенную по залу акустическую систему. Звуковой тракт полностью выполнен на лампах, а блок питания выполнен по классической трансформаторной схеме. В качестве выходных ламп использованы всего две мощные лампы ГУ-81М с катодом прямого накала.

Усилитель изготовлен на базе узлов усилителя, разработанного в 70-х годах для проводного вещания, — УПВ-1,25 (мощностью 1250 Вт). Его устанавливали в районных узлах связи и он обеспечивал звуковое вещание в небольших районных городах или в районах крупных городов. Конструктивные особенности этого усилителя делали его очень надежным и долговечным в эксплуатации: его включали утром в 6 ч, а выключали в 24 ч, когда заканчивалась трансляция. Таким образом, он работал годами по 18 ч в сутки.

Мне пришлось внести изменения в конструкцию усилителя, чтобы улучшить его параметры и согласовать выходное напряжение с нагрузкой, а обслуживание и перемещение было более удобным. Сначала я перемотал вторичную обмотку выходного трансформатора, поскольку в заводском варианте выходное напряжение составляло 240 В. Затем изменил конструкцию, собрав усилитель в двух блоках (фото на **рис. 1**), соединяемых кабелем с разъемом (блок усилителя и высоковольтный блок питания). Схема блока питания изменена. Приняты меры для расширения полосы пропускания, а транзисторы, применявшиеся в драйвере предоконечного усилителя, исключены. Предварительный усилитель собран также на лампах с микшером на два входа и микрофонным усилителем. В результате получился усилитель с хорошими для УМЗЧ большой выходной мощности показателями.

Рис. 1

Технические характеристики усилителя

Максимальная/номинальная выходная мощность, Вт . . 1200/1000
Сопротивление нагрузки, Ом . . . . 8...16
Уровень шума, дБ . . . . –80
Полоса пропускания при неравномерности АЧХ 1,5 дБ, Гц . . . . 25...20000
Коэффициент гармоник, %:
в полосе 60...400 Гц 1,5
400...6000 Гц 1
6000...16000 Гц 1,5

Указанные параметры соответствуют выходной мощности 1000 Вт; при меньшей мощности уровень нелинейных искажений снижается, а полоса рабочих частот расширяется. Оптимальное сопротивление нагрузки — 12 Ом. Здесь следует учитывать сопротивление акустического кабеля, которое может быть соизмеримо с сопротивлением громкоговорителей, — усилитель-то стационарный! Малый уровень шума, обнаруживаемый непосредственно рядом с мощными громкоговорителями, — это очень хороший показатель для усилителя такой мощности. При прослушивании фонограмм усилитель радует хорошим, "сочным" звуком. "Верха" звучат отчетливо, а "басы" — мягко и протяжно, на средних частотах прослеживается хороший "эффект присутствия". Отличное звучание и при малой (5...10 Вт) выходной мощности. Еще одна особенность усилителя: нагрузка имеет полную гальваническую развязку, провода к акустической системе можно тянуть на большие расстояния, не боясь наводок и возбуждения.

Описание усилителя и блока питания

Предварительный **усилитель** (**рис. 2**) состоит из микрофонного усилителя на лампе VL1, двух одинаковых ступеней на лампах VL2, VL3, регуляторов тембра, усиления и микшера на лампе VL4. Каких-либо особенностей усилитель не имеет, но накал ламп предварительного усилителя осуществляется постоянным током.

Предоконечный усилитель УМЗЧ (**рис. 3**) содержит три лампы — VL5—VL7. На триодах VL5 собран усилитель с нагрузкой в виде трансформатора T1, создающего парафазные сигналы. Разделительный конденсатор C27 исключает подмагничивание магнитопровода трансформатора. Далее следуют две усилительные ступени, собранные по двухтактной схеме на лампах VL6, VL7 (6Н8С, 6Н6П).

Оконечная ступень усилителя мощности выполнена по двухтактной схеме на лампах ГУ-81М (VL8, VL9) с трансформаторным выходом. Режим ламп обеспечивает угол отсечки анодного тока, близкий к 90°, при котором достигается относительно высокий КПД усилителя. На максимальной мощности анодный ток достигает 800 мА, а в паузах он уменьшается до 80...120 мА.

Для получения необходимого импульса анодного тока при низком напряжении на экранных сетках на пентодные сетки ламп VL8, VL9 подается напряжение около 700 В. Напряжение отрицательной обратной связи (ООС), которая вводится на вход двухтактной ступени предоконечного усилителя, снимается с делителя, который состоит из резисто-

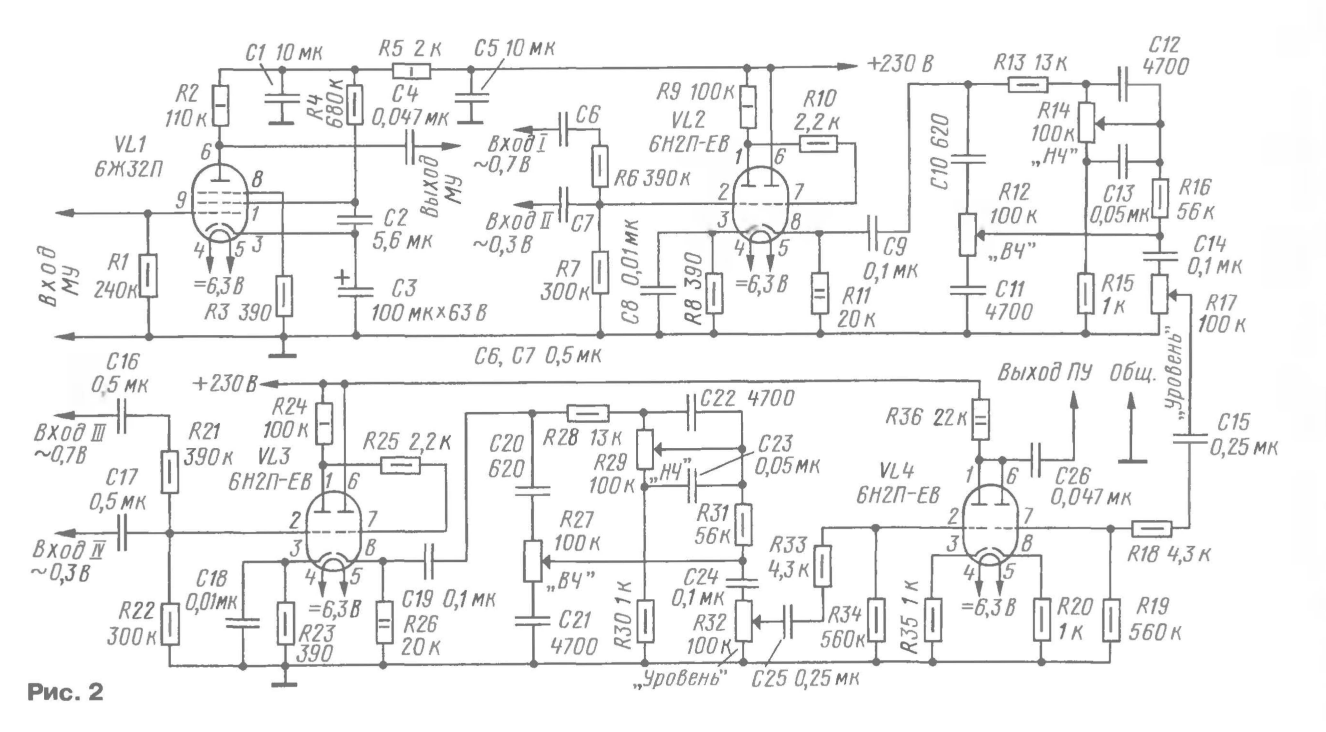


Рис. 2

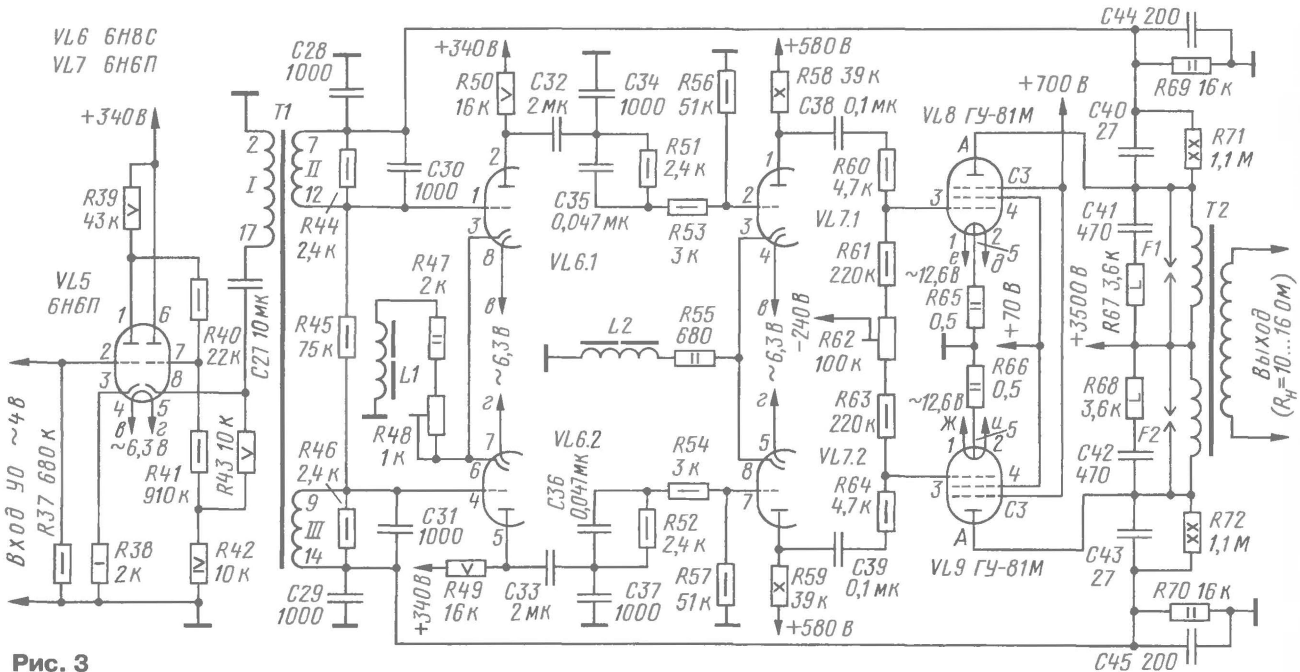


Рис. 3

ров R71, R69 и R72, R70. Конденсаторы C28—C31, C34—C37, C40—C45 обеспечивают необходимую коррекцию частотной характеристики ступеней, охваченных ООС. Для повышения устойчивости работы усилителя за пределами полосы пропускания первичная обмотка выходного трансформатора шунтирована цепями C41R67 и C42R68; с той же целью последовательно в цепи управляющих сеток VL8 и VL9 включены резисторы R60 и R64. От высоковольтного блока питания через первичную обмотку выходного трансформатора на аноды мощных ламп VL8, VL9 подается напряжение 3500 В, а на экранные сетки — 700 В. Цепи питания +700 В и +70 В дополнены блокировочными конденсаторами 0,25 мкФ на 1000 В и 1 мкФ на 160 В соответственно.

Предоконечный усилитель совместно с оконечной ступенью усилителя мощности охвачен ООС, глубина которой достигает 26 дБ. Глубокая ООС обеспечивает достаточно высокие качественные показатели усилителя, малую чувствительность к смене и разбросу параметров отдельных элементов. Практически отсутствует реакция на отключение нагрузки (нечувствительность к сбросу нагрузки). Это обусловлено очень малым выходным сопротивлением усилителя.

Для обеспечения устойчивости усилителя во всем диапазоне рабочих частот в петлю ООС введены цепи коррекции частотно-фазовой характеристики. В области ВЧ коррекция осуществляется конденсаторами C28—C31, в области НЧ — цепями C35R51 и C36R52. Для более глубокого подавления синфазной помехи (и четных гармоник) в катодные цепи включены дроссели L1 и L2, а необходимое смещение на сетках ламп создается резисторами R47, R48 и R55. Сигнал с выходной ступени предоконечного усилителя через конденсаторы C38 и C39 поступает на управляющие сетки VL8, VL9.

тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

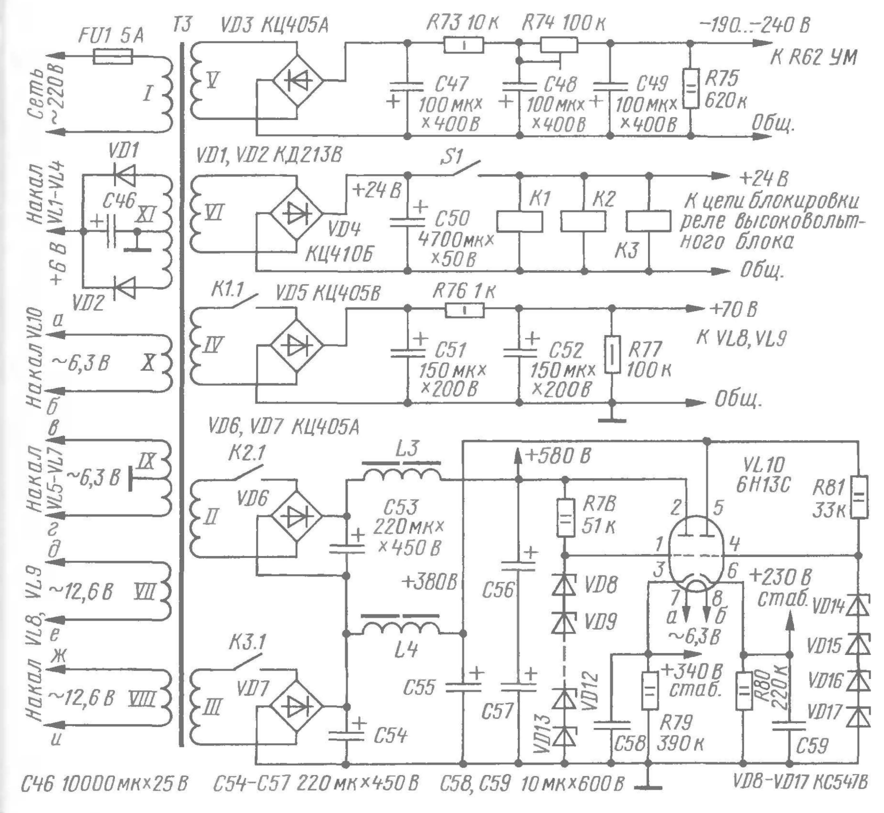


Рис. 4

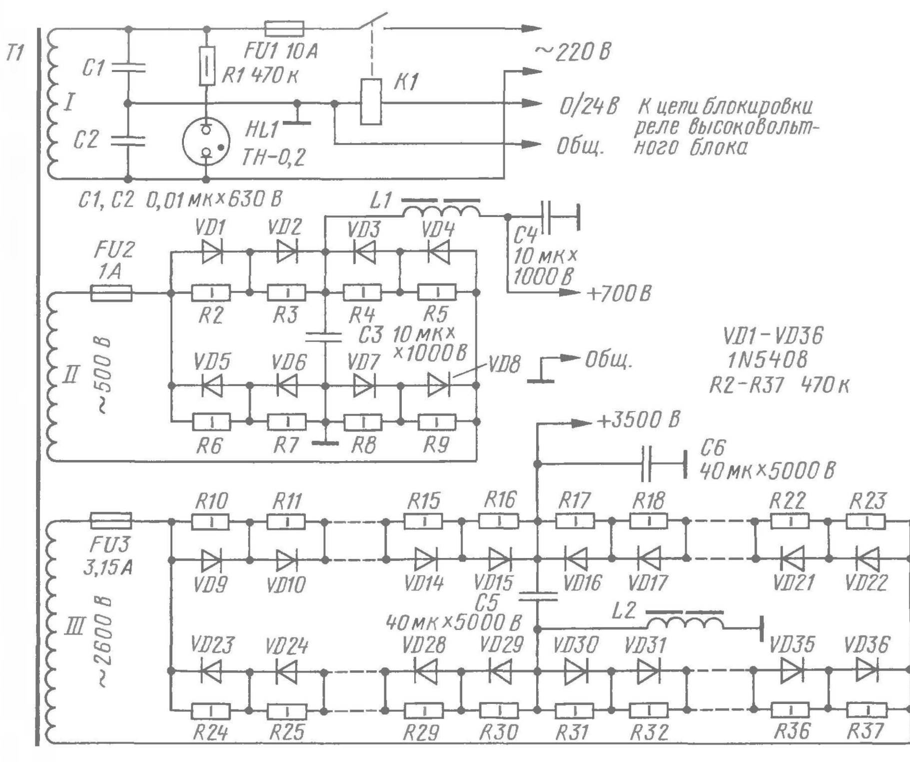


Рис. 5

"Низковольтный" блок питания (его схема с продолжением нумерации элементов показана на **рис. 4**) построен с сетевым трансформатором, от которого питаются нити накала всех ламп, причем обмотки накала выходных ламп намотаны в двух секциях отдельно. Для накала ламп предварительного усилителя переменный ток выпрямляется диодами VD1, VD2 с конденсатором C46.

Лампы предварительного усилителя питают стабилизированным напряжением. Для питания анодных цепей собран стабилизатор на VL10 — 6Н13С. Реле К1—К3 служат для задержки подачи анодного напряжения на непрогретые лампы; это увеличивает срок службы ламп. Включают реле с помощью реле времени или вручную тумблером. Параллельно резисторам R65, R66 подключены два стрелочных индикатора для контроля анодного тока ГУ-81.

Причиной фона и шумов могут быть и цепи анодного питания, поэтому применены стабилизаторы напряжения на лампе VL10 и группе стабилитронов. Цепи анодного питания каскадов усилителя целесообразно дополнительно шунтировать бумажными конденсаторами (чем больше емкость, тем лучше).

Высоковольтный блок питания (его схема показана на **рис. 5**) обеспечивает выходной каскад УМЗЧ питающими напряжениями более 500 В. Переменное напряжение 500 В через предохранитель FU2 (1 А) поступает на диодный мост из диодов VD1—VD8. Выпрямленное напряжение, достигающее после сглаживающего фильтра C3C4L1 значения 700 В, по кабелю питания подается на пентодные сетки ГУ-81М.

Переменное напряжение 2600 В выпрямляется мостом из диодов VD9—VD36 и далее сглаживается фильтром L2C5, причем минусовая цепь соединена с корпусом через дроссель. Поэтому на обмотке дросселя нет высокого напряжения и исключен пробой изоляции каркаса на корпус . Выпрямленное напряжение 3500 В предназначено для питания анодных цепей ГУ-81М.

Подача высоковольтных напряжений в блок усилителя производится контактами реле К1 после подключения его обмотки к источнику напряжения 24 В тумблером, который находится в блоке усилителя. Напряжения 700 и 3500 В поступают по проводам с высоковольтной изоляцией на разъем в блоке усилителя.

Конструкция, детали, монтаж

Промышленный усилитель проводного вещания УПВ-1,25 размещался в двухдверном металлическом шкафу высотой чуть более полутора метров, его ширина и глубина — соответственно 73 и 60 см; такую конструкцию было очень сложно транспортировать и даже передвигать. Поэтому для нового усилителя из этой стационарной конструкции использованы только выходной и фазоинвертирующий трансформаторы, панели для ламп ГУ-81М и сетевой трансформатор высоковольтного блока питания, остальные узлы заменены новыми.

Высоковольтный блок питания (на рис. 1 слева) соединяется через разъем кабелем с блоком усилителя и собран в отдельном металлическом корпусе.

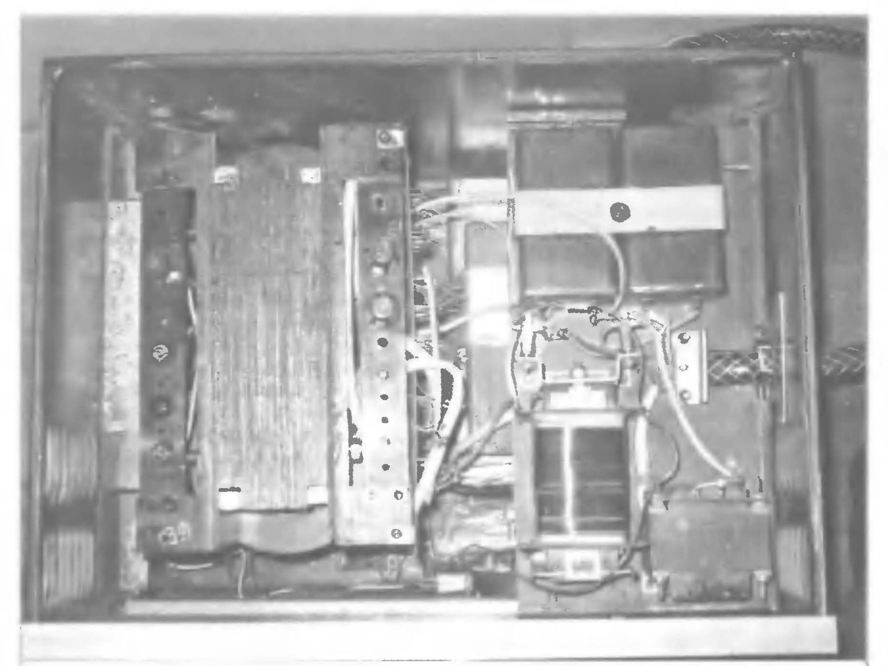


Рис. 6

В нем размещены сетевой трансформатор, плата диодных выпрямителей, конденсаторы фильтров питания, два дросселя и реле подключения сети (**рис. 6**, вид сверху). При изготовлении высоковольтного блока питания нужно соблюдать особые меры предосторожности, так как выпрямленное напряжение 3500 В смертельно для человека. Трансформатор лучше использовать готовый, промышленного изготовления (его конструкция аналогична конструкции выходного трансформатора — см. далее), но можно изготовить и самостоятельно на мощность не менее 1500 Вт, его напряжения переменного тока на обмотке III — 2600 В при токе

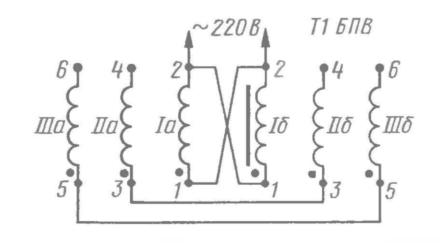
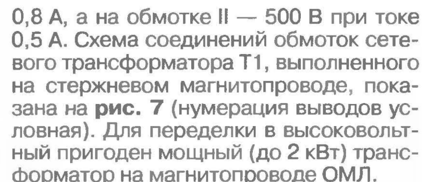


Рис. 7



0,8 А, а на обмотке II — 500 В при токе 0,5 А. Схема соединений обмоток сетевого трансформатора Т1, выполненного на стержневом магнитопроводе, показана на **рис. 7** (нумерация выводов условная). Для переделки в высоковольтный пригоден мощный (до 2 кВт) трансформатор на магнитопроводе ОМЛ.

Дроссель L1 имеет обмотку 2500 витков проводом ПЭЛШО 0,35 на магнитопроводе Ш25×40 с зазором 0,5 мм. Конденсаторы С3, С4 — МБГП-1; С5, С6 — К75-40.

В качестве дросселя L2 использована сетевая обмотка трансформатора ТС-250 (в магнитопроводе введен зазор 0,5 мм). Провод, по которому поступает напряжение 3500 В, высоковольтный, применяемый для кинескопа в телевизионной аппаратуре.

Подключение сетевого напряжения происходит через контакты электромагнитного реле К1, на обмотку которого подается 24 В. Напряжение на обмотку К1 подается по кабелю питания через пусковое реле времени или произвольно тумблером, который размещен в блоке усилителя. Если кабель питания не будет подключен, реле не сработает, это повышает безопасность при ремонте и техническом обслуживании. В этой конструкции использовано заводское реле времени, обеспечивающее задержку включения 3 мин, с последовательно включенным тумблером, которым можно увеличить время задержки. Минусовые контакты следует соединить с корпусом в одном месте, корпус блока следует заземлить.

Блок усилителя собран в корпусе, который представляет собой металлический каркас из сваренных металлических уголков, разделенный по вертикали на две секции. В нижней части (**рис. 8**) установлен выходной трансформатор и смонтированы высоковольтные цепи коррекции и обратной связи, а также плата низковольтного блока питания. В верхней части корпуса (**рис. 9**) размещены лампы выходного каскада, сетевой трансформатор пита-

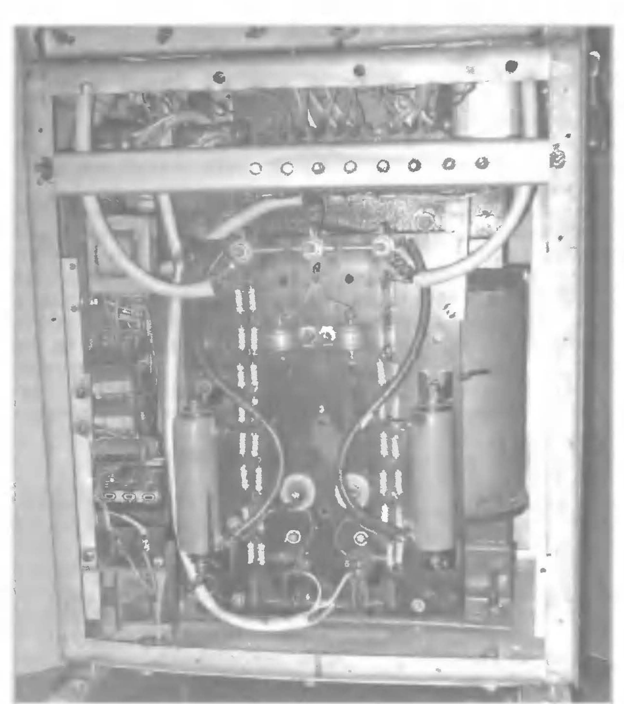


Рис. 8

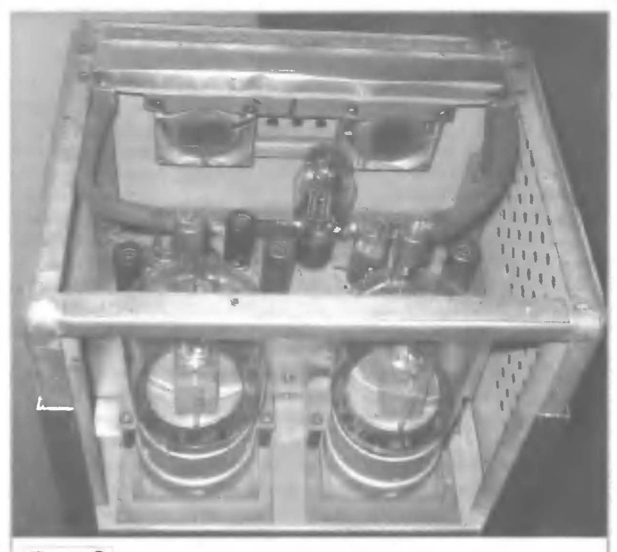


Рис. 9

ния низковольтных цепей, предварительный и оконечный усилитель. Вся каркасная конструкция закрыта металлическими панелями. Для охлаждения выходных ламп в верхней части блока установлены два вентилятора, для вытяжки воздушного потока через отверстия в верхней панели.

Лампа 6Ж32П микрофонного усилителя для исключения микрофонного эффекта установлена на резиновой подвеске. Все пальчиковые лампы закрыты металлическими экранами.

Встроенный в усилитель блок питания выдает необходимые напряжения для питания анодных цепей и цепей смещения, а также напряжения накала ламп. Сетевой трансформатор Т3 — перемотанный ТС-330 от лампового цветного телевизора, его обмотки намотаны из расчета 2,9 витка на 1 В. Накальные обмотки для ламп ГУ-81М намотаны на правой и левой катушках отдельно, во избежание взаимного влияния, так как их катоды — прямого накала. Обмотки VII, VIII состоят из трех слоев, намотанных проводом ПЭВ 0,9 и соединенных параллельно. Ток накала ГУ-81М составляет 11,5 А, поэтому провод для накальных цепей мощных ламп должен быть сечением не менее 2,5 мм^2. Следует очень внимательно отнестись к соответствию напряжения накала номинальному, поскольку его завышение на 1 В снижает срок службы лампы на треть, а занижение на 1 В увеличивает срок службы, но при этом уменьшается выходная мощность и увеличиваются нелинейные искажения.

Фазоинвертирующий трансформатор выполнен на магнитопроводе ШЛ16×25 на каркасе с двумя секциями. Все обмотки намотаны проводом ПЭВ-1 диаметром 0,1 мм. Полуобмотки Ia, Iб содержат по 1500 витков, полуобмотки IIa, IIб, IIIa, IIIб — по 1700 витков. Порядок намотки обмоток и их соединения показаны на **рис. 10**. Дроссели L1, L2, намотанные на броневых магнитопроводах ШЛ16×16, содержат по 2900 витков провода ПЭВ-1 0,25; в магнитопровод введен зазор 0,35 мм, заданный немагнитной прокладкой.

Выходной трансформатор в заводском изготовлении рассчитан на сопротивление нагрузки 46 Ом, поэтому вторичную обмотку пришлось перемотать, намотав на каждой катушке секции I, IV по 82 витка в два провода ПЭВ-1 диаметром 0,8 мм, затем все эти обмотки соединены в параллель (**рис. 11**). Первичная обмотка осталась без изменения (секции II, III по 584 витка провода ПЭВ-2 диаметром 0,38 мм). Между средней точкой и концами двух первичных обмоток установлены два воздушных разрядника с зазором 4 мм для предотвращения пробоя изоляции между обмотками в случае возбуждения при неисправности или неправильной сборке.

При самостоятельном изготовлении выходной трансформатор можно выполнить со стержневым магнитопроводом из пластин толщиной 0,4 мм с набором сечением 84×77 мм. Обмотки намотаны на цилиндрических каркасах внешним диаметром 110, 130 и 150 мм из гетинакса с толщиной стенок 5 мм, при сборке катушки сопрягают коаксиально в два набора (см. рис. 11).

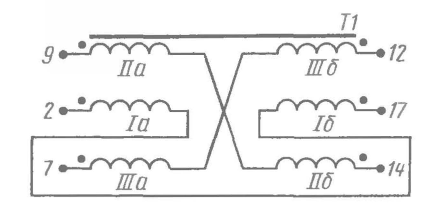


Рис. 10

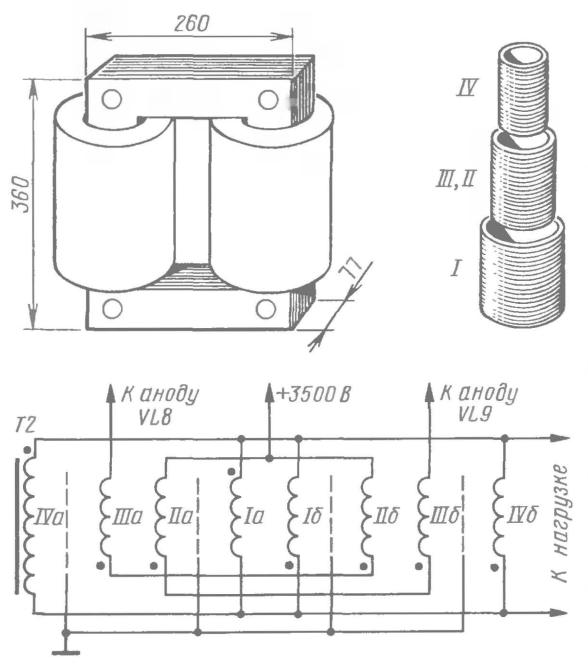


Рис. 11

Резисторы и конденсаторы выходного каскада (С40—С45, R67—R72) размещены на отдельной плате непосредственно вблизи выходного трансформатора. Резисторы R71, R72 набраны из 20 последовательно соединенных резисторов номиналом 56 кОм и мощностью по 2 Вт.

Остальные детали собраны на металлическом шасси навесным монтажом.

В ламповой аппаратуре следует уделять большое внимание монтажу. Его нужно производить на металлическом шасси. Лампы "не любят" печатных плат. Нередко нюансы "лампового звука" зависят от правильности расположения деталей и их монтажа. Провода обратной связи должны быть экранированными. Детали нужно разместить так, чтобы соединения были по возможности короткими.

Особое внимание нужно уделить соединениям с корпусом (массой). Общий провод желательно соединить с корпусом в одном месте. Если после включения усилителя прослушивается фон переменного тока, нужно опытным путем добиваться минимума фона, перемыкая медной оплеткой разные соединения цепей общего провода с корпусом. Фон переменного тока может быть вызван и наводкой от цепей накала ламп. К нему особенно чувствительны лампы первой ступени предварительного усилителя, поэтому накал ламп предварительного усилителя обеспечивается постоянным током.

При монтаже и настройке усилителя следует соблюдать особую осторожность. Уделяйте особое внимание качеству изоляции проводов и материалов деталей, на которых монтируют высоковольтные цепи. Усилитель следует обязательно оборудовать автоблокировкой (ее цепи на схеме не показаны), отключающей от сети высоковольтный БП при вскрытии кожуха или крышки любого из блоков.

Чтобы снять остаточное напряжение на конденсаторах выпрямителей, выключение усилителя следует проводить последовательно выключением высоковольтного БП (тумблером на его передней панели), а после разрядки высоковольтных конденсаторов в течение нескольких минут через лампы выходного каскада, последующим отключением и других анодных напряжений тумблером S1 встроенного БП. Накал ламп выключают также с задержкой в 2—3 мин общим отключением аппаратуры от сети пакетным выключателем.

В конструкциях усилителя и высоковольтного блока питания установлены контрольные приборы и индикаторы для проверки режимов и исправности основных узлов устройства, однако здесь эта часть оборудования не рассматривается. Например, для контроля наличия всех напряжений более 100 В в усилителе использованы неоновые индикаторные лампы, для контроля тока мощных ламп установлены два миллиамперметра (с добавочными резисторами), измеряющие падение напряжения на катодных резисторах (R65, R66).

Следует обратить внимание, что изготовление, налаживание и обслуживание усилителя такой конструкции требуют соответствующей квалификации и выполнения правил техники безопасности при работе с напряжением более 1000 В. На блоках устройства обязательно должны быть нанесены соответствующие предостерегающие надписи.

Налаживание

Налаживание усилителя начинают с оконечного усилителя, с выходной ступени.

Сначала в усилитель устанавливают только мощные лампы ГУ-81М. Если они новые или долго не были в работе, их катоды "прокаливают" не менее 12 ч, подав лишь номинальное напряжение накала. После стабилизации работы катодов подают остальные питающие напряжения и подстроечным резистором

РАДИО® ЗВУКОТЕХНИКА
РАДИО № 4, 2007 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 208-83-05

R74 устанавливают ток каждой мощной лампы равным 40 мА; их токи можно уравнять резистором R62. После тренировки ламп выходного каскада нужно выключить питание и установить лампу VL7. Вторичную обмотку выходного трансформатора нагружают мощным (50...100 Вт) резистором сопротивлением 12 Ом. Затем включают блок питания и не ранее чем через 3 мин подают высокое напряжение.

Эквивалент нагрузки можно изготовить самостоятельно, намотав на керамическом цилиндрическом каркасе обмотку из нихромовой проволоки диаметром 2 мм соответствующей длины.

При подаче высокого напряжения следует убедиться, что усилитель не возбуждается: подав на вход VL5 сигнал с генератора, осциллографом проверяют сигнал на выходе усилителя. На активной нагрузке 12 Ом максимальное неограниченное напряжение должно быть 120 В. Подбором конденсаторов C28, C29 можно скорректировать АЧХ усилителя.

Чувствительность можно менять в небольших пределах регулировкой резистора R48.

Предварительный усилитель при правильной сборке настройки не требует.

Готовый усилитель при первом же прослушивании фонограмм удивил очень хорошим, чистым звучанием как на малой, так и на большой мощности. Он подойдет и для озвучивания концертного зала или открытой площадки, где нужно хорошее качество звука. Усилитель сохраняет работоспособность при отключенной нагрузке, а также при временном замыкании в линии.

Для минимизации потерь в акустических кабелях и исключения взаимодействия отдельных громкоговорителей разводку кабелей к громкоговорителям АС следует производить по возможности параллельно, раздельными многожильными проводами достаточного сечения.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

Стереофонический УМЗЧ на микросхеме BA5406

В. НОВОСЁЛОВ, с. Полозаозерье Тюменской обл.

Работая радиомехаником по ремонту бытовой РЭА, по опыту знаю, что некоторые микросхемы УМЗЧ, используемые в музыкальных центрах, имеют недостаточную надежность. К таким компонентам, по моему мнению, можно отнести и микросхему KIA6283K [1]. Более надежна в эксплуатации микросхема BA5406 производства фирмы ROHM, предназначенная для УМЗЧ с напряжением питания до 15 В (предельное — 18 В).

Включив ее по приведенной на **рисунке** схеме, несколько отличающейся от типовой [2], при напряжении питания 5...12 В можно получить максимальную мощность на нагрузке 4 Ом соответственно в пределах 0,9...4,5 Вт в каждом из двух каналов. Допустимо снижение сопротивления нагрузки до 3 Ом. Ток, потребляемый УМЗЧ в покое, — 40 мА (типовое значение). Остальные параметры близки к указанным для микросхемы KIA6283K.

Коэффициент усиления УМЗЧ при показанных на схеме номиналах резисторов R2, R4 — около 45 дБ. Чувствительность может быть снижена увеличением сопротивления этих резисторов, при этом уменьшатся и нелинейные искажения.

Относительно небольшое число дополнительных элементов позволяет собрать УМЗЧ на макетной печатной плате небольших размеров — 45×50 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Токарев Н.** Стереофонический УМЗЧ на микросхеме KIA6283K. — Радио, 2006, № 11, с. 22, 23.

2. Микросхемы современных зарубежных усилителей низкой частоты. —М.: Додэка, 2000, с. 59, 60.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

НОВОСТИ ЭФИРА

Раздел ведет сотрудник радиокомпании "Голос России" П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва

РОССИЯ

МОСКВА. В Москве и Московской области Русская служба британской Би-Би-Си будет вещать на одной частоте с государственной радиостанцией "Голос России". Эфир для обеих радиостанций предоставил общественно-политический проект "Большое радио", выигравший в прошлом году частоту 99,6 МГц. Кроме британского и российского иновещания, слушатели получат также программы, подготовленные силами самой радиостанции. В ближайшее время станция намерена начать работать в штатном режиме. В Русской службе Би-Би-Си говорят, что для них новый проект — это возможность вернуться в Москве в УКВ диапазон. Ранее программы "Утро с Би-Би-Си" ретранслировались радиостанцией "Арсенал", однако в ноябре прошлого года эта станция прекратила сотрудничество с британским вещателем, а теперь и вовсе перепрофилирована и переименована в "Бизнес FM".

Отныне передачи радио "Немецкая Волна" на русском языке транслируются в Москве в цифровом формате DVB-T. Для их приема нужен специальный декодер. Расписание вещания "Немецкой Волны" в новом цифровом формате в Москве такое же, как на средних и коротких волнах: в 03.00—06.00, 07.00—08.00 и 15.00—21.00. Вещание ведется на звуковой частоте 34-го дециметрового ТВ канала. Это пока пробный проект, но станция планирует получить лицензию на трансляцию своих программ на постоянной основе.

АРХАНГЕЛЬСК. В УКВ диапазонах здесь работают следующие радиостанции: "Радио России" и программы ГТРК "Поморье" (Архангельск) — на частоте 66,08 МГц; "Маяк" — на частоте 68,60 МГц; 'Шансон" — на частотах 69,32 и 101,6 МГц; "Европа Плюс" — на частотах 72,26 и 102,8 МГц; "Юность" и областной радиоканал "Архангельск" — на частоте 102,0 МГц; "Дорожное радио — Архангельск" — на частоте 103,4 МГц; "Русское радио" — на частоте 103,8 МГц; "Наше радио" — на частоте 104,7 МГц; "Общественное Российское радио" — на частоте 105,4 МГц; "Авторадио — Архангельск" — на частоте 106,4 МГц; "Р 29" (Архангельск) — на частоте 107,4 МГц.

ДАЛЬНИЙ ВОСТОК. Радиостанция "Юмор FM" начала вещание в Петропавловске-Камчатском в средневолновом диапазоне — частота 1233 кГц. В список городов работы этой радиостанции вошел и Хабаровск — вещание ведется на частоте 1134 кГц.

В Комсомольске-на-Амуре завершена модернизация коротковолнового радиовещательного передатчика типа "КВМ-250" с переводом его в цифровой режим работы стандарта DRM. Теперь ежедневно, в 02.00—06.00, он транслирует в режиме DRM программы радиокомпании "Голос России" на китайском языке, покрывая высококачественным цифровым сигналом территорию Китая (города Пекин, Циндао, Тяньцзинь, Шанхай, Шэньян, Циньхуандао, Гонконг), где в 2008 г. пройдут игры XXIX летней Олимпиады.

Время всюду — UTC.

ЕКАТЕРИНБУРГ. Вместо "TALK радио" на частоте 107,6 МГц теперь работает информационная радиостанция "Город FM".

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

АРМЕНИЯ. Радиостанцию "Национальное радио Армении" с программой на русском языке удалось принимать в странах Европы ежедневно с 05.30 до 05.59 на частоте 4810 кГц.

ГЕРМАНИЯ. Радиостанция "Немецкая Волна" добавила частоту 12080 кГц для вещания на русском языке в 16.00—18.00 (используется передатчик в Синеше, Португалия, мощность 250 кВт).

ПОЛЬША. Радиостанция "Иновещание Польского радио" работает на русском языке через передатчики в Германии (обновленное расписание): 12.00—12.30 — на частотах 13820 и 15520 кГц; 14.00—14.30 — на частотах 7275 и 11675 кГц; 15.30—16.00 — на частоте 7180 кГц; 19.00—19.30 — на частоте 6095 кГц; 20.00—20.30 — на частоте 5935 кГц. На белорусском языке вещание ведется: 14.30—15.30 — на частотах 6035 и 7180 кГц; 17.30—18.00 — на частоте 6060 кГц. На украинском языке: 15.30—16.00 — на частоте 6000 кГц; 19.30—20.00 — на частотах 6000 и 6095 кГц.

ШВЕЙЦАРИЯ, ЖЕНЕВА. Радиостанция Организации Объединенных Наций работает в будни на английском языке в 17.30—17.45 на частотах 7170, 9565 и 17810 кГц; на французском языке в 19.00—19.15 — на частотах 5970 и 15240 кГц.

НОВОСТИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ЭФИРА

УДМУРТИЯ. До конца 2007 г. здесь закончится установка оборудования, обеспечивающего прием программ телеканала "Моя Удмуртия" на всей территории республики. Передатчики установлены уже в 18 районах республики. Еще в шести районах — Юкаменском, Красногорском, Селтинском, Сюмсинском, Вавожском, Киясовском — оборудование было смонтировано в конце прошлого года, и сейчас заканчивается оформление разрешительных документов на его работу. Практически завершилась работа и по обеспечению республики эфирным радиовещанием, успешно заменяющим проводное. К концу прошлого года аудитория радиослушателей республиканского и местного радио составляла 100 % городского и 97 % сельского населения. Таким образом, в Удмуртии создан мощный ресурс, аналогов которому в России пока нет.

ПРОВОДНОЕ И ИНТЕРАКТИВНОЕ ВЕЩАНИЕ

МОСКВА. В столице заработал новый голосовой портал "Вести" — совместный проект ВГТРК и продюсерского центра Next Media Entertainment. Обладатели мобильных телефонов получили возможность в любое время суток прослушать максимально полный обзор новостей, представленных в телевизионном формате информационными программами "Вести" и "Вести-Москва" телеканала "Россия". Общие тенденции по расширению интерактивных сервисов с использованием новых каналов коммуникации позволяют аудитории, желающей всегда быть в курсе последних событий в мире и России, получать самую свежую информацию в доступном и кратком варианте. Обновление информации на голосовом портале происходит по мере выхода в эфир информационных программ. Позвонив по номеру 0774, все желающие могут прослушать краткое содержание информационной программы "Вести" телеканала "Россия", а для московской аудитории — и раздел "Вести-Москва". Впоследствии пользователям мобильных телефонов будут доступны прогноз погоды, спортивный дайджест, гороскоп и многое другое.

Вновь заработал закрытый около месяца назад интернет-форум сайта радиостанции "Эхо Москвы". Теперь площадка очищена от экстремистских посланий и жестко модерируется. Сейчас в дискуссиях форума принимают участие журналисты радиостанции, в том числе и главред станции А. Венедиктов. Для участия в веб-конференциях нужно зарегистрироваться. Кроме того, через сайт можно задать вопрос любому гостю эфира и принять участие в голосованиях.

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. В Красноярске в микрорайоне Слобода Весны (Покровка) на смену проводному радио пришло эфирное вещание. Дальнейшее проводное вещание здесь невозможно из-за неразрешимых технических проблем, включая опасность пересечений воздушной радиопроводки с линиями электропередач. Жителям региона предлагается эфирное УКВ радиовещание: многопрограммное и несравненно более высокого качества. Потратиться придется только на покупку нового (очень недорогого) УКВ-ЧМ радиоприемника. При этом за прослушивание радиопрограмм платить не нужно (за проводное радио красноярцы платили по 30 руб. в месяц), а пресловутые радиоточки больше не "привязывают" слушателя к помещению, так как эфирное вещание можно слушать в любом месте. Сейчас "Сибирьтелеком" строит необходимое число УКВ-ЧМ передатчиков. Для реализации программ, направленных на переход от проводного к эфирному радиовещанию, в Минсвязи была разработана "Концепция развития рынка услуг связи в области телерадиовещания в Российской Федерации на период до 2010 г. и в перспективе до 2015 г.".

ИЗРАИЛЬ. Двое израильских поклонников Аллы Пугачевой — А. Ермолаев и Д. Петровский — создали в Интернете радиостанцию "Алла", в программах которой будут звучать исключительно песни примадонны. Зарубежные ценители творчества певицы уже засыпали сайт благодарственными отзывами: они поступили из Латвии, России, Польши, Болгарии, Германии и США. Послушать станцию в интернет-эфире можно здесь: **<www.allapugacheva.ws/radio>**.

Хорошего приема и 73!

Редактор — Е. Карнаухов

Компьютерный измерительный комплекс

О. ШМЕЛЁВ, г. Москва

Во второй статье цикла описан комбинированный многофункциональный программируемый прибор измерительного комплекса, включающий в себя анализатор спектра, осциллограф, частотомер, фазометр и некоторые другие узлы, важные для измерений с высокой точностью параметров цифроаналоговых, аналого-цифровых устройств и электроакустического оборудования.

Многофункциональный анализатор спектра

Двухканальный комбинированный прибор включает в себя анализатор спектра (здесь и далее слово "спектр" используется вместо более точного термина "периодограмма"), осциллограф, частотомер, фазометр, вольтметр постоянного и переменного тока, измеритель шума и нелинейных искажений, мощности, графический анализатор плотности амплитудного распределения входного сигнала. Устройство предназначено для исследования в реальном масштабе времени электрических сигналов и для измерения собственных параметров аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Прибор состоит из АЦП и компьютерной программы "OscilloMeter". В базовом варианте прибора могут быть использованы двухканальные 16-, 24- или 32-разрядные АЦП звуковой системы компьютера [2] с частотой дискретизации (F_s) до 400 кГц. Верхняя граница диапазона рабочих частот измерительного комплекса достигает половины F_s. Максимальное число каналов, частота дискретизации, разрядность данных, полоса рабочих частот и точность измерений прибора ограничены только типом применяемых АЦП.

Анализатор спектра использует алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ). Двухканальный компьютерный комбинированный анализатор спектра "OscilloMeter" работает в операционных системах Windows95/98/Me/NT/2000/2003/XP. Управляющая программа имеет размер всего 500 Кбайт вместе с руководством на русском и английском языках и бесплатно доступна для ознакомления в Интернете [1].

Режимы работы

Двухканальный осциллограф имеет следующие переключаемые режимы:

— раздельное отображение исходных сигналов;

— цифровая сумма двух каналов;

— цифровая разность двух каналов;

— зависимость одного канала от другого (фигуры Лиссажу);

— зависимость цифровой суммы двух каналов от их цифровой разности (стереогониометр);

— зависимость цифровой разности каналов от вычитаемого;

— плотность амплитудного распределения исходных сигналов.

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2007, № 3

Двухканальный анализатор спектра обеспечивает следующие переключаемые режимы, позволяющие анализировать:

— раздельные спектры каналов;

— спектры цифровой суммы и разности сигналов двух каналов;

— спектр цифрового произведения сигналов двух каналов;

— спектр цифровой разности исходного сигнала и его основной гармоники (см. ниже);

— спектр цифрового произведения исходного сигнала на его основную гармонику (см. ниже);

— действительную передаточную функцию как отношение мощностей соответствующих компонент спектров двух сигналов в зависимости от частоты;

— перекрестный спектр, как произведение спектра одного канала на комплексно сопряженный спектр другого канала;

— комплексную передаточную функцию — векторное отношение соответствующих компонент спектров двух сигналов в зависимости от частоты, дополнительно вычисляется функция когерентности.

В **мультиметре** по результатам БПФ вычисляются и отображаются нижеследующие параметры входного сигнала:

— основная частота — частота наибольшей составляющей входного сигнала;

— амплитуда наибольшей составляющей входного сигнала;

— мощность входного сигнала;

— отношение сигнал/шум — отношение мощности сигнала основной частоты к мощности шума *(SNR — Signal to Noise Ratio)*;

— отношение сигнал/(шум+искажения) — отношение мощности сигнала основной частоты к суммарной мощности шума и гармоник *(SINAD — Signal to Noise plus Distortion Ratio)*;

— динамический диапазон, как отношение амплитуд основного сигнала и наибольшего побочного (шумового или гармонического), за исключением постоянной составляющей *(SFDR — Spurious-Free Dynamic Range)*;

— постоянная составляющая входного сигнала, вычисляемая непосредственно, как среднее арифметическое за период, равный одному блоку БПФ;

— фазовый сдвиг между основными частотами в каналах;

— отношение основных частот в каналах;

— групповое время запаздывания правого канала относительно левого для двухчастотного сигнала, вычисляемое по формуле

$$\tau_g = \frac{\Delta\varphi_{f_2} - \Delta\varphi_{f_1}}{f_1 - f_2},$$

где $\Delta\varphi_{f_1}$ и $\Delta\varphi_{f_2}$ — сдвиг фаз между правым и левым каналами на частотах f_1 и f_2 соответственно. Диапазон измерения составляет

$$\pm\frac{1}{2(f_1 - f_2)};$$

— эффективное число бит — реальная разрядность АЦП, учитывающая шумы и искажения (*ENOB — Effective Number Of Bits*) [8]:

$$ENOB = (SINAD(дБ) - 1.76)/6.02; \quad (2.1)$$

— общие гармонические искажения — квадратный корень из отношения суммарной мощности гармоник к мощности основной частоты *(THD — Total Harmonic Distortion)*:

$$THD = \sqrt{\frac{1}{P_{f_1}}\sum_{i=2}^{h} P_{if_1}}, \quad 0 < if_1 < f_{Nyquist}; \quad (2.2)$$

— интермодуляционные искажения — квадратный корень из отношения суммарной мощности продуктов (комбинационных частот) двух самых больших (основных) сигналов к суммарной мощности этих основных сигналов *(IMD — Inter-Modulation Distortion)*:

$$IMD = \sqrt{\frac{1}{P_{f_1} + P_{f_2}}\sum_{i=1}^{h}\sum_{j=1}^{h} P_{|if_1 \pm jf_2|}}; \quad (2.3)$$

$$0 < |if_1 \pm jf_2| < f_{Nyquist}; \quad |if_1 - jf_2| \neq f_1, f_2.$$

В формулах (2.2) и (2.3): i, j — номера гармоник; f_x — частота; P_x — мощность соответствующей гармоники; h — число учитываемых гармоник (задается в процессе измерения); $f_{Nyquist} = F_s/2$ — верхняя частота рабочего диапазона. Значения общих гармонических и интермодуляционных искажений могут быть выражены в процентах или в децибелах.

Средства регистрации результатов спектральных измерений представляют следующие возможности:

— автоматическую запись результатов измерений мультиметра на жесткий диск компьютера в формате, совместимом с электронными таблицами Excel, во время всего сеанса работы;

— сохранение численных и графических данных спектрального анализа в файлы или буфер обмена для их последующего документирования;

— запоминание в процессе измерений до восьми произвольно выбираемых спектрограмм в каждом из каналов и их одновременное совместное отображение на экране;

— печать графических результатов.

Дополнительные программные возможности:

— использование открытого по постоянному току, с автоматической или ручной настройкой корректирующего смещения нуля, или закрытого входа;

— измерение мощности в дробно-октавных полосах с градациями от полной октавы до ее 1/96 части;

тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

— произвольный временной сдвиг между каналами, задаваемый непосредственно на панели управления анализатора спектра цифровым регулятором под надписью **Delay R-L**;

— вычисление параметров шумов и искажений в звуковом диапазоне с учетом субъективного восприятия. Взвешивание производится по рекомендациям Международной электротехнической комиссии (IEC-A, B, C, D) или Международного консультативного комитета по радиовещанию (CCIR-468-2 / DIN45405);

— запоминание пиковых значений спектра: фиксированное или с затуханием во времени;

— индикация перегрузки АЦП входным сигналом;

— синхронизация запуска и остановки, а также согласование формата данных совместно работающего цифрового двухканального генератора синусоидальных и шумовых сигналов звуковой частоты;

— произвольное или полуавтоматическое масштабирование полученных графических результатов;

— автоматическое сохранение всех, без исключения, настроек текущего сеанса работы в специальном файле конфигурации для их последующего использования.

Настройка режимов работы и управление анализатором спектра

Главное меню программы "OscilloMeter" может быть вызвано либо кнопкой **Menu**, либо правой кнопкой мыши на иконке в панели задач, либо двойным щелчком на заголовке графической панели. Последний способ используйте для сохранения изображения конкретной панели в файл или в буфер обмена.

Главное меню анализатора спектра включает в себя следующие пункты, перечисленные в **табл. 3** с краткими комментариями.

Назначение основных элементов панели управления приведено в **табл. 4**.

Меню режима осциллографа содержит следующие пункты, представленные в **табл. 5**.

Меню двухканального анализа спектра включает в себя пункты, сведенные в **табл. 6**.

Таблица 3

Пункты меню	Комментарии
Configuration	Настройки
Always On Top	Расположить осциллометр поверх других окон
Common Grid Brightness	Одновременное (на всех панелях) изменение яркости сетки
Skin	Выбор оформления
Find Sound Generator	Определить местоположение звукового генератора
Save Configuration	Сохранить конфигурацию в файле
Load Configuration	Загрузить конфигурацию из файла
Factory Defaults	Вернуть заводские установки
Tile Vertical	Расположить панели рядом
Tile Horizontal	Расположить панели друг над другом
Default Position	Позиция по умолчанию
Black-on-White	Черно-белое изображение графических панелей
High Priority	Увеличивает быстродействие, но может затормозить другие программы
Auto Run	Автоматический запуск при загрузке Windows
Terminate	Завершить программу без сохранения текущих установок
Display	
Device Selection	Выбор входного устройства и другие настройки
Calibrate !	Вызов диалога калибровки входного устройства
Oscillograph	Показать осциллограф
SpectroMeter	Показать спектроанализатор
MultiMeter	Показать мультиметр
Smoothing Window	Показать панель выбора взвешивающего окна
Sound Generator	Показать звуковой генератор
System Mixer	Вызвать системный микшер
Memory Info	Оценка требуемой памяти
Timing	Показать время выполнения БПФ и полного цикла обработки
Save	Сохранение данных
Save Input Data	Сохранить входные данные в файл
Save Spectra to Binary	Сохранить спектры в двоичные файлы
Save Spectra to Text	Сохранить спектры в текстовые файлы
Save Selected to Text	Сохранить только отображенную часть спектров
Copy Multimeter Data	Копировать результаты в буфер обмена
Save Image	Сохранить изображение выбранной панели в файл
Copy Image	Копировать изображение выбранной панели в буфер обмена
Save Entire Image	Сохранить все изображение в файл
Copy Entire Image	Копировать все изображение в буфер обмена
Print	Печатать. Для монохромных принтеров — опция Black-on-White
Linear Scale Left	Линейная шкала частот спектра левого канала
Linear Scale Right	Линейная шкала частот спектра правого канала
Lock Spectrum Scales	Одновременное изменение шкал спектроанализатора
Reset Scales on Start	Сброс шкалы частот при старте или изменении размера БПФ
Synchro Start Sound Generator	Разрешить синхронный старт звукового генератора
Synchronize Sample Format	Синхронизировать формат данных звукового генератора
Help	Вызов данной справки
About	Показ окна "О программе"
Registration	Информация о регистрации программы
Start / Stop	Начать / остановить ввод данных с АЦП
Exit	Завершить работу

Особенности программной реализации

Как уже было указано, анализатор спектра использует алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ). Точность вычислений для алгоритма БПФ задается исходя из условия конкретной задачи. По умолчанию при 16-разрядных входных данных используются вычисления БПФ в формате с плавающей запятой 32-битной точности. Для 24-разрядных (и более) входных данных применяются вычисления с плавающей запятой 64-битной точности. В дополнительных настройках программы точность может быть назначена вне зависимости от формата входных данных (разрядности АЦП). Оконные функции вычисляются с той же точностью, что и БПФ.

Размер блока БПФ можно задавать в диапазоне от 2^5 до 2^{24} выборок входного сигнала. Таким образом, максимальная разрешающая способность анализатора спектра по частоте составляет восемь миллионов (2^{23}) линий на весь рабочий диапазон.

Для сочетания высокой разрешающей способности анализа сразу и по времени и по частоте применяется обработка перекрывающихся во времени последовательностей выборок входного сигнала. Величина перекрытия зависит от частоты дискретизации входного АЦП и от производительности центрального процессора и автоматически поддерживается на максимально возможном уровне. Характер перекрытия для вычислительных машин с различной производительностью показан на **рис. 4** (отсч — отсчеты входного сигнала).

В анализаторе имеется выбор более чем из 70 различных сглаживающих окон для предварительного взвешивания входного сигнала во временной области. Наряду с широко известными, ставшими уже классическими сглажи-

Таблица 4

Панель управления	Левая кнопка мыши	Правая кнопка мыши
Знаки _ □ X	Спрятать / Вернуть / Выход	Заводские установки / Панели рядом
Menu	Вызов главного меню	
FFT time	Индикация времени вычисления БПФ	
Full time	Индикация времени полного цикла измерения	
SoundGen	Вызов звукового генератора	Синхронный старт
MultiMeter	Показать панель мультиметра	Разрешить запись отчета
Origin	Показать панель осциллографа	Автоматическое масштабирование
L, R	Режимы осциллографа	Меню режимов осциллографа
L, R	Режимы второй панели осциллографа	
Spectra	Показать панель анализатора спектра	Автоматическое масштабирование
L, R	Режимы двухканального анализатора спектра	Меню двухканального анализатора спектра
AC / DC in	Закрытый / открытый вход анализатора спектра	Коррекция нуля по текущему значению смещения / Сброс нуля
Left +	Выбор синхронизирующего канала	Полярность запускающего сигнала
+10.00 %	Уменьшить порог синхронизации	Увеличить порог синхронизации
Peaks	График: Удержание — Затухание	Сбросить Удержание
Line 5	Усреднение: тип и число отсчетов	Сбросить Усреднение
Oct 1/12	Отображение мощности в дробно-октавных полосах	
Weighting	Стандартное взвешивание результатов	Стандартное взвешивание результатов
Rife-Vinc 9	Выбор взвешивающего окна	Быстрый выбор взвешивающего окна
PSD	Нормализовать спектр на полосу 1 Гц	
FFT 2^14	Уменьшить размер БПФ-блока	Увеличить размер БПФ блока
44.1 kHz	Уменьшить частоту дискретизации	Увеличить частоту дискретизации
Start/Stop	Старт / Стоп	Выбор входного устройства
☼ ☼*	Индикаторы ограничения входного сигнала	
Иконка в панели задач	Показать Панель управления	Главное меню

*Индикаторы размещены на панели управления под кнопкой **Start/Stop**

Таблица 5

Условное обозначение	Функция
Left , Right	Раздельный показ каналов
Left + Right	Цифровая сумма двух каналов
Left – Right	Цифровая разность двух каналов
Left ~ Right	Левый против правого
Right ~ Left	Правый против левого
Left+Right ~ Left–Right	Сумма каналов против их разности (стереогониометр)
Left – Right ~ Right	Разность каналов против правого
Right – Left ~ Left	Разность каналов против левого
Left ~ Left – Right	Левый против разности каналов
Right ~ Right – Left	Правый против разности каналов
Distribution	Плотность амплитудного распределения
Reset Distribution	Очистить данные амплитудного распределения
Trigger Mode	Ждущий режим

Таблица 6

Условное обозначение	Функция
Left , Right	Раздельные спектры каналов
Left ± Right	Спектры цифровой суммы и разности сигналов двух каналов
Left • Right	Спектр цифрового произведения сигналов двух каналов
Left – Left °	Спектр цифровой разности исходного сигнала левого канала и его основной гармоники
Right – Right °	Спектр цифровой разности исходного сигнала правого канала и его основной гармоники
Left • Left °	Спектр цифрового произведения исходного сигнала левого канала на его основную гармонику
Right • Right °	Спектр цифрового произведения исходного сигнала правого канала на его основную гармонику
Real (Left / Right)	Действительная передаточная функция — отношение мощностей соответствующих компонент спектров двух сигналов в зависимости от частоты
Cross Spectrum	Перекрестный спектр: произведение спектра левого канала на комплексно сопряженный спектр правого канала
Complex (Left / Right)	Комплексная передаточная функция — векторное отношение соответствующих компонентов спектров двух сигналов в зависимости от частоты и функция когерентности
Trigger Mode	Ждущий режим

вающими окнами [9—15] применяются и более эффективные узкополосные окна из сравнительно недавней работы [16]. Это позволяет подобрать подходящую оконную функцию практически для любого вида задач.

В анализаторе спектра предусмотрены различные виды усреднения результатов БПФ: равновзвешенное по реализациям (скользящее среднее) — двух типов: скалярное или векторное; экспоненциально взвешенное по реализациям — скалярное. Число усредняемых реализаций — от 2 до 20 или бесконечное. Усреднение позволяет расширить динамический диапазон исследуемых сигналов в область малых уровней.

Синхронизация анализатора спектра осуществляется независимо от осциллографа. При недостаточной для синхронизации амплитуде входного сигнала преобразование Фурье автоматически производится в асинхронном по отношению к входному сигналу режиме. Использование синхронизации наиболее эффективно при векторном способе усреднения результатов БПФ.

Для измерения параметров редко повторяющихся импульсов предусмотрен ждущий режим, который может быть раздельно применен как в осциллографической части прибора, так и в анализаторе спектра. Параметры запуска в ждущем режиме — уровень и полярность — те же, что и параметры синхронизации собственно анализатора спектра. Использование ждущего режима позволяет измерять параметры несущей импульсно-модулированного сигнала или даже одиночных радиоимпульсов. Для этого необходимо выбрать размер БПФ не более длительности измеряемого импульса и обеспечить запуск прибора от огибающей радиоимпульса. Для этого в генераторе сигналов комплекса предусмотрен специальный режим **Sine Burst**. В этом режиме по левому каналу генерируется радиоимпульс, а по правому выдается его огибающая.

Спектр цифровой разности исходного сигнала и его основной гармоники, а также спектр цифрового произведения исходного сигнала на его основную гармонику вычисляются следующим образом. Сначала выполняется БПФ заданного входного канала, вычисляются амплитуда, частота и фаза основной гармоники сигнала. Затем синтезируется синусоидальная последовательность с полученными значениями амплитуды, частоты

Рис. 4

Измерения в режиме вычитания основной гармоники имеют определенную особенность. В силу конечной точности дискретного преобразования Фурье максимальное подавление основной гармоники исходного сигнала достигается только на частотах, кратных $F_s/2^N$, где 2^N — размер блока БПФ. Для обеспечения этого требования при работе с программным генератором сигналов в последнем предусмотрена функция округления текущей частоты до значения, когерентного БПФ в анализаторе спектра.

Рис. 5

и начальной фазы. При вычислении произведения исходного сигнала на его основную гармонику амплитуда берется равной полной шкале входного АЦП, а фаза — сдвинутой на 90° для исключения постоянной составляющей в результирующем сигнале. Далее вычисляются соответственно разность или произведение исходного (исследуемого) и синтезированного сигналов. Затем выполняется взвешивание полученного результата ранее выбранной оконной функцией и, наконец, вычисляется БПФ полученной композиции. Наивысшая точность в этих двух режимах достигается с оконными функциями типа "Rife-Vincent" [11] или "Hanning" [10].

Округление до значения частоты когерентного БПФ в анализаторе спектра производится следующим образом. Генератор запрашивает в анализаторе спектра размер блока БПФ (N). Далее вычисляется частота, ближайшая к текущей и кратная величине F_s/N, и устанавливается в левом канале генератора. В правом канале аналогично устанавливается частота, кратная $F_s/(N+0,5)$. Этот режим используется для особо точных измерений и проверки анализатора спектра.

Сильно укрупненный алгоритм работы компьютерного анализатора спектра представлен на **рис. 5**. В управляющей программе действуют три самостоятельных потока команд: поток ввода команд управления, поток ввода данных с АЦП в кольцевой буфер и поток обработки входных данных. Взаимодействие между потоками осуществляется с помощью флагов готовности. Такое построение управляющей программы позволяет принимать данные с АЦП одновременно с их обработкой. Это снижает вероятность простоя центрального процессора, так как в приемном буфере всегда имеется свежий блок данных для анализа. Предпринятые меры позволяют компьютерному анализатору спектра весьма эффективно работать даже на очень слабом компьютере. Минимальные требования: процессор Р-166, оперативная память — 32 Мб.

На **рис. 6** схематично изображены панели индикации осциллографа, анализатора спектра, многофункционального цифрового измерителя и панели управления комбинированного прибора. Размеры и взаимное расположение графических панелей настраиваются произвольно, по желанию оператора. Особенности элементов управления и отображения описаны в следующей части статьи.

Оценка точности

Ориентировочные погрешности измерения параметров входного сигнала, обусловленные вычислениями, определяются на тестовом, "чисто цифровом" сигнале, синтезированном в программном генераторе звуковых частот, при оптимальном подборе взвешивающих (сглаживающих) окон. Для этого предусмотрена возможность подачи синтезированного в генераторе звуковых частот сигнала непосредственно в программу "OscilloMeter", минуя ЦАП и АЦП, через специальный драйвер [17]. (***Примечание***. *Драйвер виртуального звукового кабеля организует набор портов Wave In/Out с внутренней программной связью между собой. Сигнал, направляемый какой-либо программой в выводной порт каждого виртуального кабеля, может извлекаться другими программами из вводного порта того же кабеля).*

Модуль погрешности вычисления не превышает следующих значений:

— частота — $5\cdot10^{-8}...5\cdot10^{-7}$ от измеренной величины;

— амплитуда — 0,01 дБ;

— мощность — 0,01 дБ;

— отношение сигнал/шум, сигнал/(шум+искажения), динамический диапазон — 0,05 дБ;

— гармонические и интермодуляционные искажения — 1...5 % от измеренной величины;

— сдвиг фаз между каналами — 0,0001°.

Повышение точности определения частоты достигнуто применением интерполяции результатов БПФ [18]. Для сигналов, период которых не превышает одной десятой части длительности блока БПФ, систематическая ошибка аппроксимации формулами, приведенными в работе [18], пренебрежимо мала, как показано там же. Для повышения точности вычисления амплитуды и фазы используются интерполяционные процедуры на основе описанных в [19].

Следует еще раз подчеркнуть, что приведенные выше значения представляют собой оценку точности вычисления рассматриваемых параметров по соот-

Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 208-83-05
РАДИО № 4, 2007

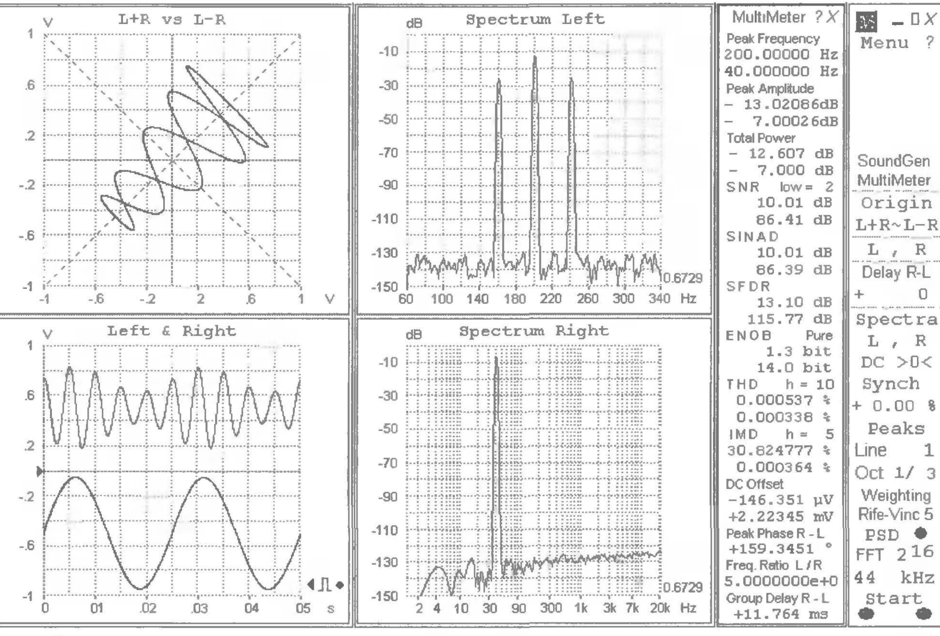


Рис. 6

ветствующим алгоритмам. Реальная точность компьютерных приборов ограничивается качеством (разрядность, быстродействие, линейность, уровень шума, стабильность частоты образцового генератора) применяемых АЦП и ЦАП.

Сравнение с известными программами

Из известных автору компьютерных анализаторов спектра аналогичного назначения достойны сравнения, пожалуй, только SpectraLab [20], HpW_Works [21]. Следует отметить, что "непрозрачность", недокументированность вычислений часто вызывает сомнение в результатах. Первый из этих анализаторов спектра (кстати, один из лучших в своем классе) от версии 4.32.08 до версии 4.32.17 показывал разные результаты на одном и том же тестовом сигнале. К тому же на высоких битовых разрешениях АЦП сказывается недостаточная точность вычислений. Так, например, на тестовом сигнале разрядностью 24 бита уже упомянутый SpectraLab показывает отношение сигнал/(шум+искажения) равным 138 дБ, тогда как теоретически должно быть 146 дБ. Второй из упомянутых анализаторов спектра данные с разрядностью более 16 бит вообще не обрабатывает, хотя и заявляет о такой возможности. Малое число реализованных оконных функций, отсутствие их узкополосных вариантов затрудняют точные исследования составных сигналов с близко расположенными спектральными компонентами. Неприемлемо низкая точность измерения частоты входного сигнала, определяемая дискретностью БПФ. Недостаточно удобный в пользовании экранный интерфейс, не позволяющий проводить оперативные изменения настроек и установок. Работа с измерительным прибором, обладающим подобным интерфейсом, может показаться удобной лишь самым непритязательным пользователям. В предлагаемом компьютерном анализаторе спектра упомянутых недостатков нет.

Практические возможности

Применение в компьютере 16-разрядных звуковых карт среднего класса позволяет легко получить собственный динамический диапазон, равный 90 дБ, что не уступает промышленному анализатору спектра СК4-56. При использовании в компьютере высококачественных 24-разрядных звуковых карт с частотой дискретизации 200 кГц [6, 7] описываемый анализатор спектра превосходит СК4-56 по всем параметрам. При этом диапазон рабочих частот составляет 10 Гц ...100 кГц, динамический диапазон — 115 дБ. Предельная разрешающая способность по частоте у представленного анализатора спектра составляет примерно 0,2 Гц, тогда как у СК4-56 — только 3 Гц.

Компьютерный комбинированный анализатор спектра в сочетании с программным генератором звуковых частот позволяет измерять коэффициент нелинейных искажений (общие гармонические искажения — THD), начиная с весьма малой величины — 0,0003 % (–110 дБ) в случае 24-разрядных АЦП и ЦАП, значительно превосходя по чувствительности промышленные измерители нелинейных искажений С6-11 и СК6-13.

Использование программного генератора в режиме качающейся частоты и комбинированного анализатора спектра в режиме запоминания пиковых значений спектра позволяет снимать амплитудно-частотные характеристики исследуемых объектов. В этом применении разработанный измерительный комплекс практически полностью заменяет измеритель амплитудно-частотных характеристик Х1-53.

При измерении разности фаз комбинированный анализатор спектра на два порядка превосходит по разрешающей способности (0,0001°) промышленный фазометр Ф2-34.

Описанное устройство также может заменить ряд более тривиальных приборов, таких как частотомер, вольтметр переменного и постоянного тока.

В части возможностей по регистрации результатов измерений подходящие для сравнения приборы автору неизвестны.

Применение разработанного многофункционального анализатора спектра и ранее описанного цифрового двухканального генератора синусоидальных и шумовых сигналов звуковой частоты позволяет строить экономичную и компактную измерительную лабораторию, обладающую высокими метрологическими характеристиками, ограниченными только качеством используемых АЦП и ЦАП.

ЛИТЕРАТУРА

8. **Кестер У., Брайэнт Д.** Аналого-цифровые преобразователи для задач цифровой обработки сигналов. Сборник "Материалы семинара по обработке сигналов", Analog Devices, Москва, 2002 — **<http://www.analog.com.ru/Public/2.pdf>**.

9. **Harris F. J.** On the Use Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transformation. — Proceedings of the IEEE, 1978, № 1, p. 51—83.

10. The Handbook of Formulas and Tables for Signal Processing, ed. Alexander D. Poularikas. — CRC Press LLC, 1999.

11. **Rife D. C. and Vincent G. A.** "Use of the discrete Fourier transform in measurement of frequencies and levels of tones". — The Bell System Techn. Journal, 1970, № 2, p. 197—228.

12. **Nuttall A. H.** Some Windows with Very Good Sidelobe Behavior. — IEEE Trans. Acc. Speech Sig. Proc, 1981, Vol. ASSP-29, № 1, p. 84—91.

13. **Dolph C. L.** A current distribution for broadside arrays which optimizes the relationship between beamwidth and side-lobe level. — Proc. IRE, 1946, vol. 34, p. 335—348.

14. **Lynch P.** The Dolph-Chebyshev Window: A Simple Optimal Filter. — Monthly Weather Review, 1997, vol. 125, p. 655—660.

15. **Kaiser J. F.** Nonrecursive digital filter design using I0 -sinh window function. — IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems, 1974, p. 20—23.

16. **Albrecht H.H.** A Family Of Cosine-Sum Windows For High-Resolution Measurements. — Proc. ICASSP (Int. Conf. Acoustics, Speech, and Signal Processing), 2001, vol. 5, p. 3081—3084.

17. **Музыченко Е. В.** Драйвер виртуального звукового кабеля. — **<http://software.muzychenko.net/eng/vac.html>**.

18. **Schoukens J., Pintelon R. and Van Hamme H.** "The Interpolated Fast Fourier Transform: A Comparative Study," IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, 1992, IM-41, № 2, pp. 226—232.

19. **Santamaria-Caballero I., Pantaleon C. J., Ibanez-Diaz J., Gomez-Cossio E.** "Improved Procedures for Estimating Amplitudes and Phases of Harmonics with Application to Vibration Analysis," IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, 1998, IM-47, № 1, pp. 209—214.

20. Сайт Sound Technology Inc. — **<http://www.SoundTechnology.com>**.

21. Сайт HpW Works Inc. — **<http://www.hpw-works.com>**.

***От редакции**. Программы для измерительного прибора, описываемого в статье, размещены на FTP-сервере редакции в папке по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2007/04/LDA_oscillometer>**.*

(Продолжение следует)

Редактор — А. Соколов, графика — автора

тел. 208-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2007

Применение микроконтроллеров семейства ADuC70xx

П. РЕДЬКИН, г. Ульяновск

Для программирования Flash/EE МК серии ADuC70xx через порт UART с помощью встроенного загрузчика фирма Analog Devices предлагает бесплатную компьютерную программу ARMWSD **<ftp://ftp.analog.com/pub/www/techology/dataConverters/microconverter/armwsd.zip>**, работающую под ОС Microsoft Windows и использующую COM-порт компьютера. Разъем этого порта соединяют с разъемом X2 отладочной платы (см. рис. 8) обычным модемным кабелем. Используемый протокол последовательной загрузки описан в [8].

Рис. 10

Для того чтобы перевести МК ADuC7026 в режим загрузки Flash/EE через UART, на отладочной плате (см. рис. 4) при включенном питании нажимают и удерживают кнопку SB6 "Download", затем кратковременно нажимают на кнопку SB5 "Reset", после чего кнопку "Download" отпускают.

Главное окно программы ARMWSD показано на **рис. 10**, а окно конфигурации — на **рис. 11**. Программа позволяет производить полное стирание, запись из файла и верификацию Flash-памяти ADuC70xx. Ее недостатком можно считать единственный формат загружаемых файлов — hex. Для генерации выходного файла этого формата в IDE IAR EWARM следует действовать, как при подготовке файла для загрузки через JTAG, однако в поле "Format" закладки "Extra Output" выбрать "Output format" — "intel-extended". Кроме того, в поле "Output file" закладки "Extra Output" необходимо вручную исправить для выходного файла расширение .sim на .hex.

Окончание. Начало см. в "Радио", 2007, № 2, 3

Цифровой вольтметр на ADuC7026

В качестве примера рассмотрим программу для МК ADuC7026, которая превращает отладочную плату (см. рис. 4) без каких-либо переделок в цифровой вольтметр постоянного тока. Он может быть использован автономно с батарейным или сетевым питанием. Если не устанавливать на плату микросхему DA2, то потребляемый от источника питания ток не превысит 20 мА. Отдельные модули предлагаемой программы могут быть применены в разработках других устройств на МК ADuC7026.

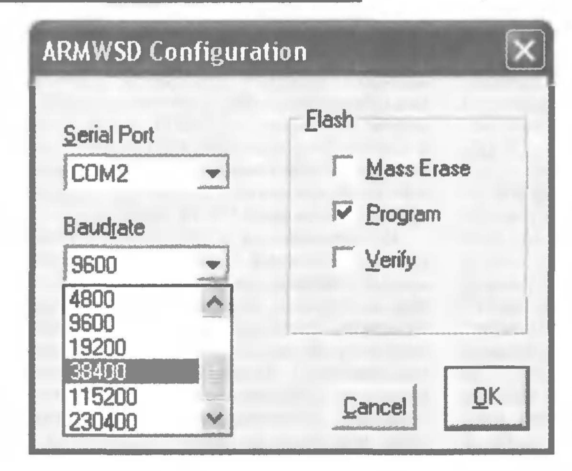


Рис. 11

Вольтметр измеряет напряжение, подаваемое на разъем X1 в указанной на схеме полярности. На ЖКИ HG1 выводится, как показано на **рис. 12**, измеренное значение в единицах младшего



Рис. 12

разряда АЦП (целое десятичное число в левой части первой строки) и в милливольтах (десятичное число с одним знаком после запятой в левой части второй строки). Цифры 0100 в правой части нижней строки — это число усредняемых прибором отсчетов АЦП, его можно изменять по командам пользователя. По соответствующим командам программа выполнит два из четырех возможных в МК ADuC7026 вариантов калибровки модуля АЦП — откорректирует смещение нуля и коэффициент преобразования с внутренним программным подключением входа АЦП к общему проводу и к ИОН. Число, записанное в соответствующий регистр МК в результате последней калибровки, видно в правой части верхней строки индикатора.

Измеряемое напряжение должно лежать в интервале 0...+2,5 В. АЦП использует внутренний ИОН и работает в псевдодифференциальном режиме с ценой младшего разряда 0,61 мВ. Реальная погрешность измерения близка к этому значению, поскольку программа выводит на индикатор результат усреднения n отсчетов измеряемой величины. Число n может выбираться пользователем. Частота обновления показаний зависит от текущего значения n и лежит в интервале от нескольких десятых долей герца до нескольких герц.

Управляющая программа написана на языке C и отлажена в IDE IAR EWARM. Присвоенное этому проекту имя ADC неоднократно упоминалось в статье. В главном файле main.c описан ее основной цикл. После установки МК в исходное состояние программа выводит на ЖКИ номер своей версии, а затем ожидает команду запуска АЦП, которую подают нажатием на кнопку SB1. Повторное нажатие на ту же кнопку прекращает преобразования. О запрете или разрешении работы АЦП сигнализирует светодиод HL2.

Описания типов переменных, макроопределения битовых констант, операций с отдельными битами и прочие определения находятся в файле hardware.h. Файл hardware.c содержит перечисленные ниже функции:

CPUinit — инициализация тактового генератора МК, ФАПЧ и порта GPIO. Тактовая частота ядра МК устанавливается очень низкой (705 кГц), чтобы достичь максимальной экономичности устройства. Производительность

встроенного АЦП МК ADuC7026 даже при такой тактовой частоте остается вполне достаточной;

INTERRUPTSinit — инициализация системы прерываний;

irq_handler — обработка запросов прерываний (IRQ);

Timer0Interrupt — обработка запросов прерывания от таймера T0. Эти прерывания использованы для периодического опроса состояния кнопок управления и для генерации импульсов частотой около 450 Гц на выходе P4.7 МК, к которому подключен вход выпрямителя отрицательного напряжения, необходимого для питания ЖКИ.

Функции обслуживания АЦП, их заголовки и определения находятся в файлах adc.c и adc.h соответственно. Начальную инициализацию модуля АЦП выполняет функция ADCinit. Она активизирует нужные входы модуля АЦП, задает его режим и тактовую частоту.

Вызывая функцию ADCstart_ind_rez, программа циклически запускает АЦП и организует вывод на ЖКИ результатов преобразований. Каждое выводимое на индикатор значение вычисляется как среднее арифметическое из n отсчетов. Число n, по умолчанию равное 100, нажатиями на кнопку SB4 можно изменять шагами в 100 единиц по кольцу в интервале 100—3000. Текущее значение n выведено на индикаторе.

Пересчет усредненного результата преобразования из единиц младшего разряда кода (ADCres) в десятые доли милливольта (ADCres_01mV) производится по формуле

$$ADCres_01mV = \frac{ADCres \cdot Vref_01mV}{4096},$$

где Vref_01mV — значение образцового напряжения АЦП в десятых долях милливольта (25000 при U_{ref} = 2,5 В).

При нажатии на кнопку SB2 программа корректирует смещение нуля АЦП, используя функцию ADC_of_prog. При этом внутри МК вход АЦП программно подключается к цепи AGND, затем выполняется цикл, изменяющий значение, хранящееся в регистре ADCOF, пока результат аналого-цифрового преобразования (ADCDAT) не станет равным 0 или 1. По завершении процедуры однократно мигнет светодиод HL1, а подобранное значение регистра ADCOF будет показано на ЖКИ.

Для того чтобы выполнить корректировку нуля с учетом влияния внешних цепей, необходимо удалить из функции ADC_of_prog оператор ADCCP=0x11 (например, "закомментировать" его, поставив впереди две косые черты), затем заново скомпилировать и загрузить программу в МК. Теперь, прежде чем нажимать на кнопку SB2, следует соединить между собой щупы вольтметра и удерживать их соединенными до завершения процедуры.

При нажатии на кнопку SB3 программа выполняет корректировку коэффициента преобразования АЦП (функция ADC_gn_prog). Вход АЦП соединяется внутри МК с цепью образцового напряжения, затем хранящееся в регистре ADCGN значение подбирается таким, чтобы результат преобразования стал равным 4094 или 4095. Сигнализация о завершении процедуры такая же, как при корректировке нуля. Для того чтобы учесть при калибровке влияние на коэффициент преобразования внешних цепей устройства, следует заменить внутреннее соединение входа АЦП с ИОН внешним. При этом необходимо "закомментировать" оператор ADCCP = 0x12; в теле функции ADC_gn_prog.

В файле knop.c находятся функции opros_kn0-opros_kn3, определяющие текущие состояния кнопок SB1—SB4 с программным подавлением их "дребезга". Описанными в файле hardware.h константами DREB_KN0_K-DREB_KN3_K задано число повторных опросов входов МК, к которым подключены кнопки, после которых делается вывод, что соответствующая кнопка нажата. Значения констант подбирают экспериментально в зависимости от конструктивных особенностей кнопок и допустимой задержки реакции на нажатие.

Файл lcd.c содержит набор функций, необходимых для вывода информации на ЖКИ со встроенным контроллером, совместимым с HD44780. Начальную инициализацию ЖКИ выполняет функция lcd_init, очистку табло — lcd_clear, передачу одной команды — lcd_com, вывод на табло одного символа — lcd_tek_data (на текущее знакоместо) или lcd_pro_data (на заданное знакоместо). Имеется также несколько вспомогательных функций.

Связь МК с ЖКИ — по четырехпроводной шине данных без опроса состояния. Описания и макроопределения, задающие состояния линий, соединяющих ЖКИ с МК, находятся в файле hardware.h.

ЛИТЕРАТУРА

8. AduC702x Serial Download Protocol. — <**http://www.analog.com/UploadedFiles/Application_Notes/3314215783216AN_724_b.pdf**>.

***От редакции**. Все файлы проекта ADC имеются на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2007/04/adc.zip**>.*

Редактор — А. Долгий, скриншоты — автора

Простой "параллельный" программатор для AVR

В. ЛУЗЯНИН, г. Кирово-Чепецк Кировской обл.

Далеко не всем известно, что в МК семейства AVR предусмотрены два режима загрузки информации во внутреннюю память (программирования): параллельный и последовательный. Для первого характерны расширенные возможности и повышенная скорость загрузки. Во втором выполняются лишь самые необходимые операции, скорость загрузки меньше, но обычно называемое программатором устройство, соединяющее МК с портом компьютера, отличается предельной простотой. В большинстве случаев МК семейства AVR программируют именно через последовательный интерфейс, но бывает, что без параллельного программатора не обойтись...

Причиной, заставляющей применить параллельный программатор, может стать как отсутствие в выбранном МК последовательного интерфейса (его нет, скажем, в МК ATtiny28), так и необходимость изменить состояние некоторых конфигурационных разрядов, недоступных при последовательном программировании. Случается, например, что при предыдущем программировании вход установки МК в исходное состояние был сконфигурирован как вход—выход общего назначения. Если такой МК придется перепрограммировать, сделать это в последовательном режиме не удастся, МК просто не перейдет в режим программирования. А параллельный программатор легко выполнит поставленную задачу.

К сожалению, параллельные программаторы слишком сложны и дороги. Большинство из них — универсальные устройства, что еще больше увеличивает стоимость. Повторять их в любительских условиях нецелесообразно, поскольку многие заложенные в эти изделия возможности никогда не пригодятся на практике.

Описание сравнительно простого параллельного программатора для микроконтроллеров семейства AVR удалось найти на домашней странице японского инженера, пользующегося в Интернете именем ChaN [1]. Этот же программатор работает с восьмивыводными МК семейства в режиме "высоковольтного" последовательного программирования (High-Voltage Serial Programming Mode). Он и послужил основой разработки, предлагаемой вниманию читателей.

Схема программатора представлена на **рис. 1**. Прежде чем приступать к его изготовлению, проверьте порт LPT своего компьютера. Если высокий логический уровень на выходных линиях порта не менее 3,5 В, буферные микросхемы DD1, DD2 можно не устанавливать, а провода, идущие к их выходам, соединить с правыми (по схеме) выводами резисторов R2—R9, R12, R13. Цепь XTAL1 — с резистором

Рис. 1

Рис. 2

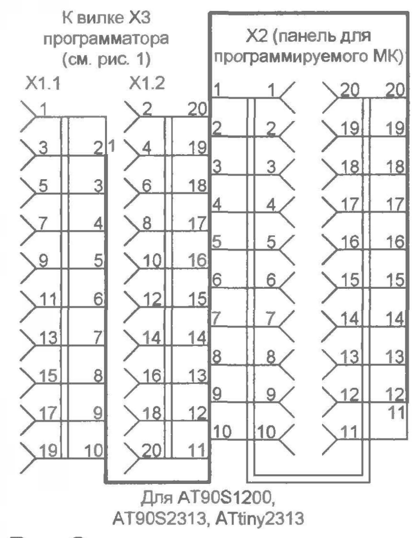


Рис. 3

R2, цепь $\overline{OE}$ — с резистором R3 и так далее.

На разъем X1 подают от внешнего источника постоянное напряжение 15...18 В. Источник должен быть способен отдавать ток не менее 150 мА. Напряжение +12 В и +5 В для питания узлов программатора и программируемой микросхемы получены с помощью интегральных стабилизаторов напряжения. Светодиод HL2 сигнализирует, что на программатор подано питание.

Замена примененного в оригинальном устройстве для получения напряжения +12 В импульсного преобразователя напряжения на микросхеме NJM2352D линейным стабилизатором позволила упростить программатор и заодно избавиться от некоторых дорогостоящих деталей.

Напряжение питания +5 В и необходимое для включения режима программирования напряжение +12 В поступают на программируемую микросхему через коммутаторы на транзисторах VT1—VT4. Коммутаторами управляют сигналы, формируемые компьютером на линиях $\overline{STROBE}$ и $\overline{AUTOLF}$ порта LPT. Включенный светодиод HL1 показывает, что МК переведен в режим программирования. Другие сигналы управления программированием поступают на МК с линий порта через буферные усилители DD1 и DD2 или непосредственно, если буферы отсутствуют.

Преобразование сформированного компьютером последовательного кода в параллельный, подаваемый на восьмиразрядную шину данных (D0—D7) программируемого МК, производится с помощью сдвигового регистра DD3. Он же выполняет обратное преобразование при передаче информации из МК в компьютер.

Внешний вид изготовленного программатора показан на **рис. 2**. К его вилке X3, находящейся на правой боковой стенке, подключают переходники для программирования различных МК. На **рис. 3—8** показаны схемы переходников, состоящих (за исключением переходника для восьмивыводных МК) из соединенных соответствующим образом розетки X1, стыкуемой с вилкой X3 программатора, и панели X2, в которую

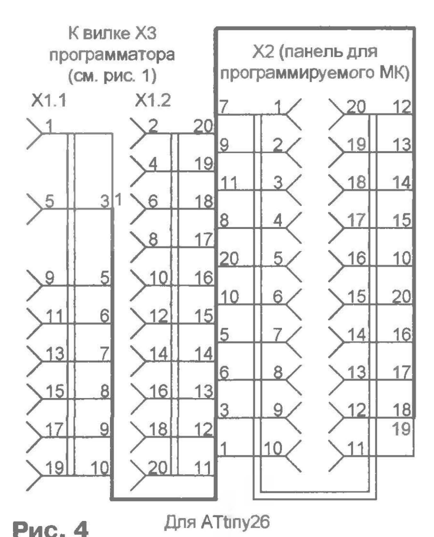
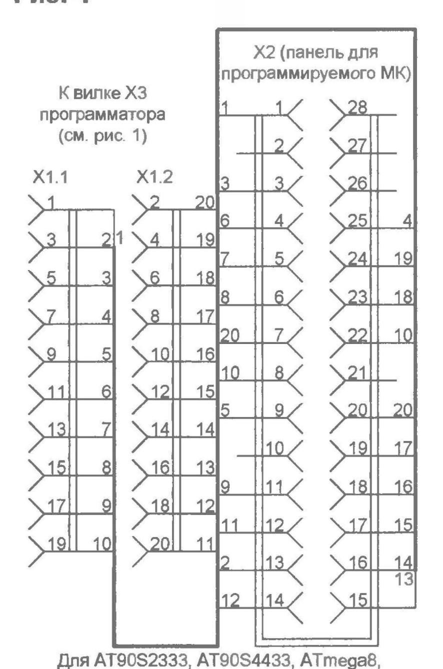


Рис. 4 Для ATtiny26



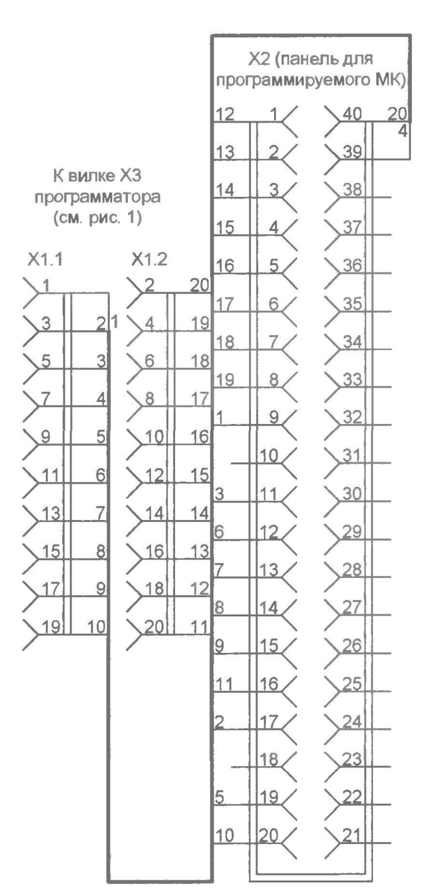
Для AT90S2333, AT90S4433, ATmega8, ATmega48, ATmega88, ATmega168, ATtiny28

Рис. 5

устанавливают программируемый МК. Типы МК, для которых предназначены переходники, указаны на схемах. Если изготовить нужные переходники, программатор сможет работать также с 64-выводными МК ATmega64, ATmega103, ATmega128, ATmega165, ATmega169, ATmega325, ATmega329, ATmega603, ATmega645, ATmega649 и со 100-выводными ATmega3250, ATmega3290, ATmega6450, ATmega6490.

Налаживание программатора начинают с проверки правильности монтажа. Далее подключают вилку X2 программатора к розетке порта LPT на системном блоке компьютера, работающего под управлением DOS или в DOS-сессии Windows. Затем включают питание программатора, а на компьютере запускают программу AVRXCHK.COM, извлеченную из архива [2].

Эта программа предназначена для



Для AT90S4414, AT90S8515, ATmega161, ATmega8515, ATmega162

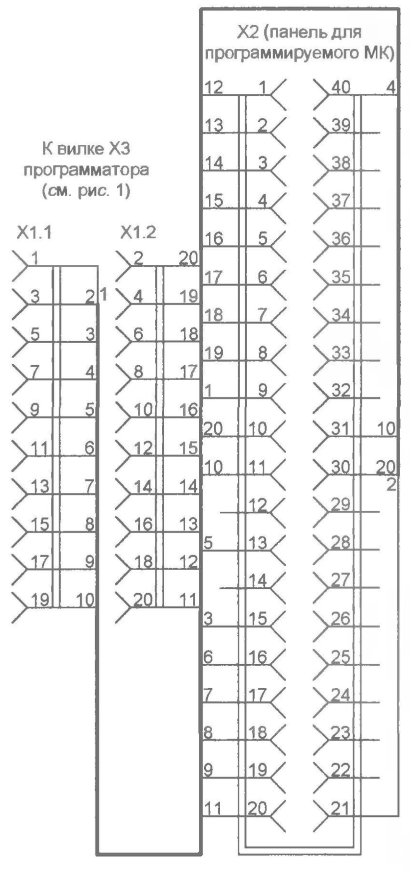
Рис. 6

проверки работоспособности программатора, т. е. с ее помощью можно изменять логические уровни сигналов на выходных гнездах панели для программируемой микросхемы и проверять их на входных. Учтите, что используемые в этой программе и упоминаемые далее в статье номера гнезд панели относятся к программатору с переходником, собранным по схеме, изображенной на рис. 3.

Прежде всего проверяют выходные цепи. Клавишами управления курсором перемещают его по экрану, поочередно устанавливая под номером каждого проверяемого гнезда. Нажимая на клавишу "пробел", изменяют установленный на этом гнезде логический уровень: L — низкий (близкий к 0 В), H — высокий (близкий к 5 В). На гнезде 1 напряжение уровня H должно быть близким к 12 В.

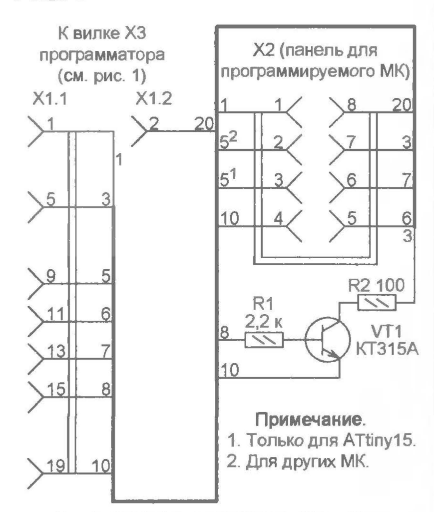
Если найдены гнезда, уровни напряжения на которых принимают промежуточные значения, следует найти и устранить причины этого дефекта, а затем повторить проверку. Одновременное изменение уровней на нескольких гнездах свидетельствует о наличии замыканий в монтаже, которые также следует найти и устранить.

Добившись правильной работы выходов и установив на всех выходных гнездах уровни L, а на гнезде 20 — H, нажимают на клавишу Enter и начинают проверку входов. Проводом, вставленным в гнездо 10 панели, поочередно соеди-



Для AT90S4434, AT90S8535, ATmega8535, ATmega163, ATmega323, ATmega16, ATmega32

Рис. 7



Для AT90S2323, AT90S2343, ATtiny10, ATtiny11, ATtiny12, ATtiny13, ATtiny15, ATtiny22, ATtiny25, ATtiny45, ATtiny85.

Рис. 8

няют с общим проводом ее гнезда 3, 12—19, при этом буква H у номера проверяемого гнезда на экране компьютера должна сменяться буквой L. Если изменения уровней фиксируются четко, проверку можно считать успешной.

Иногда, особенно при соединении вилки X2 программатора с портом LPT

компьютера слишком длинным кабелем, наблюдаются сбои. Их удается, как правило, устранить, подключив конденсаторы емкостью 470...1000 пФ между контактами 10 и 11 вилки X2 и общим проводом (ее контактами 18—25).

На сайте **<http://www.elm-chan.org>** имеются два варианта бесплатной программы для управления описанным программатором. Один из них AVRXP.COM [2] работает под управлением MS DOS и Windows версий 3.X, 95, 98, ME и позволяет программировать МК AT90S1200, AT90S2313, AT90S2323, AT90S2333, AT90S2343, AT90S4414, AT90S4433, AT90S4434, AT90S8515, AT90S8535, ATmega16, ATmega161, ATmega162, ATmega163, ATmega168, ATmega169, ATmega32, ATmega323, ATmega48, ATmega8, ATmega8515, ATmega8535, ATmega88, ATtiny10, ATtiny11, ATtiny12, ATtiny15, ATtiny22, ATtiny26, ATtiny28.

В варианте для Windows 95, 98, ME, NT, 2000, XP к ним добавляются ATtiny13, ATtiny24, ATtiny25, ATtiny44, ATtiny45, ATtiny84, ATtiny85, ATtiny2313, ATmega64, ATmega103, ATmega128, ATmega165, ATmega325, ATmega329, ATmega406, ATmega603, ATmega640, ATmega645, ATmega649, ATmega1280, ATmega1281, ATmega2560, ATmega2561, ATmega3250, ATmega3290, ATmega6450, ATmega6490, AT90PWM2, AT90PWM3. Этот вариант программы называется AVRPP.EXE [3].

По указанным ссылкам находятся не только исполняемые файлы указанных программ, но и их исходные тексты. Этим можно воспользоваться для совершенствования программ, хотя, по моему мнению, единственный их недостаток — довольно неудобный запуск: только из командной строки MS DOS или в окне MS DOS системы Windows. Опции командной строки для обеих программ одинаковы, за исключением того, что их признаком для программы AVRXP.COM служит знак "/", а для программы AVRPP.EXE — знак "минус".

Чтобы программа AVRPP.EXE работала в среде Windows NT, 2000, XP необходим драйвер GIVEIO.SYS. Его следует скопировать из архива [3] в папку WINDOWS/SYSTEM32/, а затем запустить программу AVRPP.EXE с опцией -r (регистрация драйвера). Для этого нужно обладать правами администратора операционной системы.

Прежде чем при включенном питании программатора вставлять в его панель подлежащий программированию МК, обязательно запустите на компьютере программу, управляющую программированием. Она инициализирует программатор и установит на всех гнездах его панели безопасные для МК уровни напряжения. В противном случае комбинация уровней будет случайной и может оказаться такой, что содержимое памяти МК будет искажено, а сам он выведен из строя.

Для программирования МК достаточно запустить программу одной из команд (в зависимости от используемой программы)

```
avrxp файл1.hex файл2.eep
avrpp файл1.hex файл2.eep,
```

где файл1, файл2 — имена HEX-файлов, содержащих информацию для записи соответственно во FLASH-память и в EEPROM МК. Указывать расширения имен этих файлов обязательно. После запуска управляющей программы на экран компьютера будет выведено сообщение, что микросхему можно вставить в панель. Тип установленного МК программа определит автоматически, прочитав код-идентификатор из специальной области его памяти. По завершении цикла программирования можно извлечь МК из панели, не отключая питание, и при необходимости вставить в нее другой МК. Уровни на гнездах панели остаются безопасными.

По командам

```
avrxp /v Файл1.hex Файл2.eep
avrpp -v Файл1.hex Файл2.eep
```

будет произведено сравнение записанной в МК информации с содержимым HEX-файлов.

Для чтения FLASH-памяти МК с записью ее содержимого в HEX-файл подают команды

```
avrxp /rp > Файл.hex
avrpp -rp > Файл.hex
```

Команды для чтения EEPROM имеют вид

```
avrxp /re > Файл.eep
avrpp -re > Файл.eep
```

Другие опции программ:

е — стереть все содержимое памяти МК;

с — копировать калибровочные байты;

l<код> — установить блокировку памяти МК;

rf — прочитать конфигурацию;

f{l|h|x}<значение> — записать конфигурационный байт (l — младший, h — старший, x — расширенный).

Конфигурационную и калибровочную информации при использовании программы AVRXP.COM вводят в шестнадцатиричном формате, например,

```
avrxp /f112
```

а при использовании AVRPP.EXE — в двоичном:

```
avrpp -f110010
```

В аварийных ситуациях обе программы выводят на экран компьютера сообщения об ошибках. Например, при попытке записать в МК информацию, объем которой превышает информационную емкость его памяти, будет выведено сообщение об этом и программа завершится, не выполнив программирование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Simple AVR Programmers. — **<http://elm-chan.org/works/avrx/report_e.html#AVRXP>**.

2. DOS-based control programs for DOS, Windows3.X/9X/Me and HP200LX. — **<http://elm-chan.org/works/avrx/avrxtool.zip>**.

3. Win32-based control programs for Windows 9X/Me/NT/2k/Xp. — **<http://elm-chan.org/works/avrx/avrxtool32.zip>**.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, фото — автора

Малогабаритный импульсный источник питания

М. ОЗОЛИН, с. Красный Яр Томской обл.

Предложенный стабилизированный импульсный источник питания при небольших габаритах обеспечивает выходное стабилизированное напряжение 9 В при токе до 0,4 А. Его схема показана на **рис. 1**. В качестве коммутирующего транзистора применен высоковольтный полевой переключательный транзистор VT1 с изолированным затвором. На микросхеме DA1 собран генератор прямоугольных импульсов с частотой следования около 100 кГц и скважностью 2. Эти импульсы поступают на затвор транзистора VT1, при высоком уровне он открывается, через первичную обмотку трансформатора протекает ток и в его магнитном поле накапливается энергия. При низком уровне на затворе транзистор закрывается и накопленная энергия преобразуется в напряжение на обмотках трансформатора.

Напряжение вторичной обмотки, выпрямленное диодом VD7, сглаженное конденсатором C7, поступает на нагрузку. Цепь VD6C5R7 уменьшает выбросы напряжения на стоке транзистора VT1 в момент его закрывания, предотвращая его пробой. Для питания микросхемы DA1 использован параметрический стабилизатор напряжения R2VD5 со сглаживающим конденсатором C2. Средний ток, потребляемый микросхемой DA1, — около 2 мА.

В состав этой микросхемы входит переключательный полевой транзистор, открытый сток которого соединен с выводом 7. Этот транзистор открывается при спаде выходного напряжения микросхемы на выводе 3, быстро разряжая емкость затвор—исток транзистора VT1, что обеспечивает его ускоренное закрывание и способствует повышению КПД источника питания. Микросхема параллельного стабилизатора напряжения DA2 совместно с излучающим диодом U1.2 оптрона управляет работой генератора на микросхеме DA1. При увеличении выходного напряжения увеличивается напряжение между выводами 1 и 2 микросхемы DA2 и при достижении значения 2,5 В ток через нее и излучающий диод оптрона возрастет. Это приведет к открыванию фототранзистора оптрона, на выводе 4 микросхемы DA1 установится низкий уровень, и генератор перестанет работать. На выходе микросхемы DA1 (вывод 3) — низкий уровень, транзистор VT1 закрыт, а выходное напряжение уменьшается. Когда оно станет ниже нормы, ток через микросхему DA2 и излучающий диод оптрона уменьшится, фототранзистор оптрона закроется, на выводе 4 микросхемы DA1 появится высокий уровень — генератор начнет работать. Таким образом, стабилизация выходного напряжения осуществляется включением и выключением генератора.

Сопротивление резистора R8 выбрано таким, что при превышении током истока транзистора VT1 значения примерно 0,15 А напряжение между базой и эмиттером фототранзистора оптрона достигает 0,6...0,7 В и он открывается. В результате напряжение на выводе 4 микросхемы DA1 уменьшается до низкого уровня и генератор не работает. Поскольку транзистор VT1 закрыт, то закроется фототранзистор оптопары и генератор вернется в режим генерации. Так происходит ограничение тока через транзистор VT1 при возникновении перегрузки или аварийной ситуации.

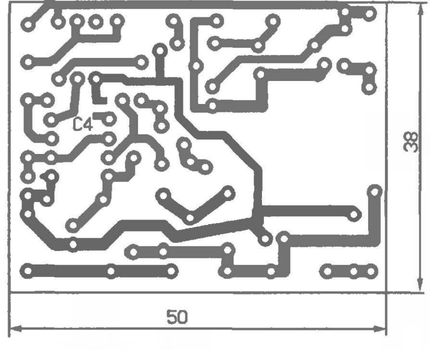
В устройстве можно применить резисторы МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — К50-35 или аналогичные, C4 — для поверхностного монтажа (К10-17в), C5, C6 — К73-24, микросхемы DA1 — КР1441ВИ1, DA2 — TL431CZ, диоды VD1—VD4 — 1N4005, 1N4006. Трансформатор T1 намотан на кольце типоразмера K20×10×6,5 из феррита М2000НМ. Сначала наматывают вторичную обмотку, содержащую 12 витков вдвое сложенного провода ПЭЛШО 0,35, а затем первичную — 175 витков провода ПЭВ-2 0,18. Предварительно острые края кольца следует притупить надфилем, а само кольцо желательно обмотать лентой из изоляционного материала.

Детали устройства, кроме резистора R1, смонтированы на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. Резистор R3 установлен непосредственно на выводах микросхемы DA1, а конденсатор C4 припаян со стороны печатных проводников. Кроме того, важно правильно подключить обмотки трансформатора, чтобы передача энергии в нагрузку происходила при закрытом транзисторе VT1, иначе возможен его сильный нагрев и, как следствие, — пробой.

Налаживание сводится к установке выходного напряжения подбором резистора R9. Если в процессе работы будет слышен "писк" трансформатора с частотой 10...15 кГц, это свидетельствует о том, что с этой частотой включается и выключается генератор. В этом случае необходимо уменьшить число витков вторичной обмотки трансформатора. В авторской конструкции при изменении напряжения в сети в интервале 190...230 В и токе нагрузки 0,4 А "писка" не наблюдалось, а транзистор VT1 нагревался незначительно.

Рис. 1

VD1 – VD4 1N4007 U1 АОТ128А



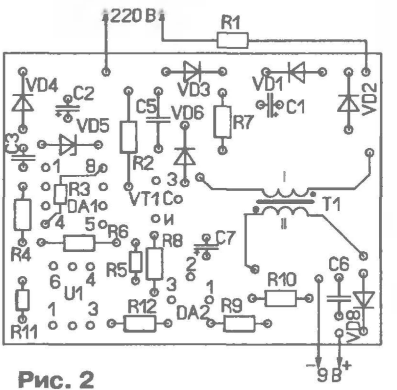


Рис. 2

Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев

тел. 207-89-00
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Измеритель емкости аккумуляторных батарей

С. ЗАСУХИН, г. Санкт-Петербург

Опыт эксплуатации аккумуляторов и аккумуляторных батарей показывает, что предсказать, сколько прослужит та или иная батарея, невозможно. Иногда они нормально работают десятилетиями, а иногда "умирают" в течение года. Одним из критериев их годности является электрическая емкость. Ее измерение — процесс хотя и простой, но требующий затрат времени и внимания. Ниже приводится описание устройства, которое практически полностью автоматизирует этот процесс.

Чтобы определить электрическую емкость аккумулятора, надо сначала его полностью зарядить, а затем разрядить стабильным током до минимального напряжения. Измерив продолжительность разрядки, умножают ее на значение разрядного тока и получают электрическую емкость в ампер-часах или миллиампер-часах. Если измеренная емкость незначительно меньше паспортного значения, имеет смысл продолжать эксплуатацию аккумулятора, если она существенно уменьшилась, от такого аккумулятора следует избавиться.

Проводить подобные измерения можно, подключив к аккумулятору вольтметр и переменный резистор с последовательно включенным амперметром. Необходимо контролировать напряжение и определить интервал времени, за который оно снизится до минимального для данного аккумулятора значения. В процессе разрядки напряжение и ток будут уменьшаться, поэтому для получения более точного результата сопротивление резистора придется изменять. Кроме того, очень важно не пропустить момент снижения напряжения до минимального значения, поскольку чрезмерная разрядка сокращает ресурс аккумулятора.

Предлагаемое устройство позволяет автоматизировать описанный процесс и получить при этом более достоверные результаты. Оно обеспечивает разрядку аккумулятора стабильным током до заранее установленного напряжения, по достижении которого разрядка прекращается. Одновременно с помощью счетчика времени определяется продолжительность разрядки. Устройство экономично, имеет автономное пита-

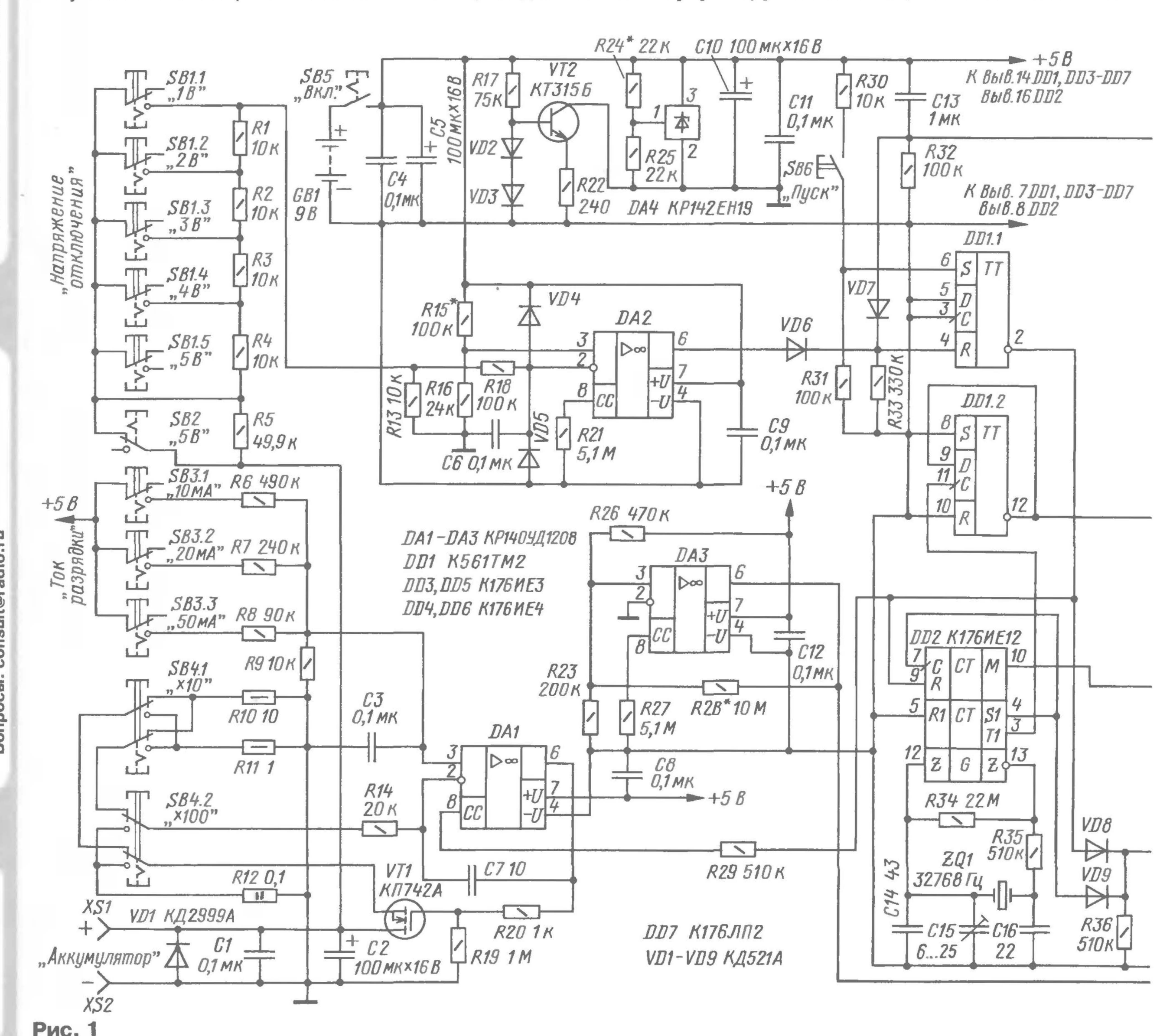


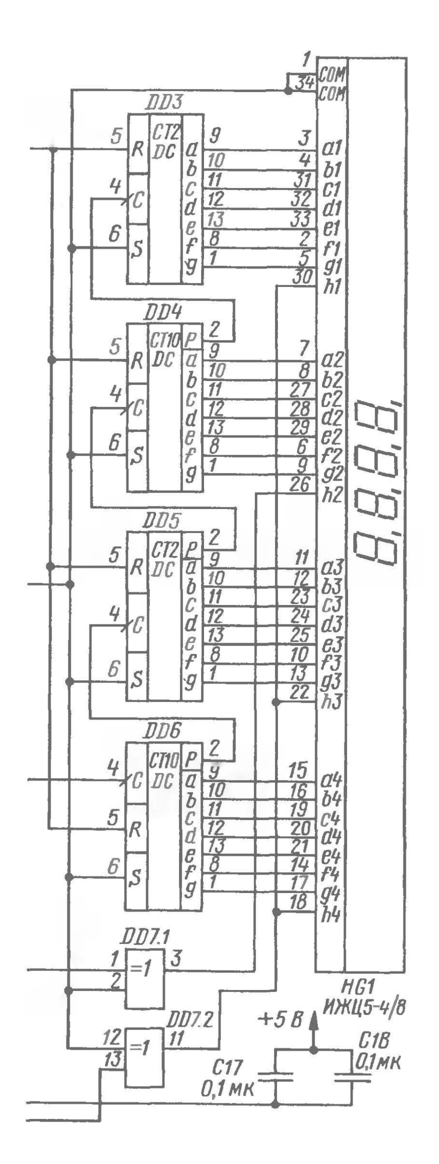
Рис. 1

ние, а показания счетчика удерживаются до выключения устройства, что позволяет поставить аккумулятор на разрядку и уйти на работу, а вернувшись, узнать емкость аккумулятора. Устройство позволяет тестировать практически весь ассортимент аккумуляторов и батарей, от дискового Д-0,1 до стартерной батареи автомобиля.

Основные технические характеристики

Ток разрядки (фиксированный), А 0,01, 0,02, 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2, 5
Напряжение отключения, В . . . . .1—10 (с шагом 1 В)
Диапазон измерения интервала времени . . . . .от 0 до 59 ч 59 мин
Напряжение питания, В 9
Потребляемый ток, мА 3

Схема устройства показана на **рис. 1**. На ОУ DA1 и полевом транзис-



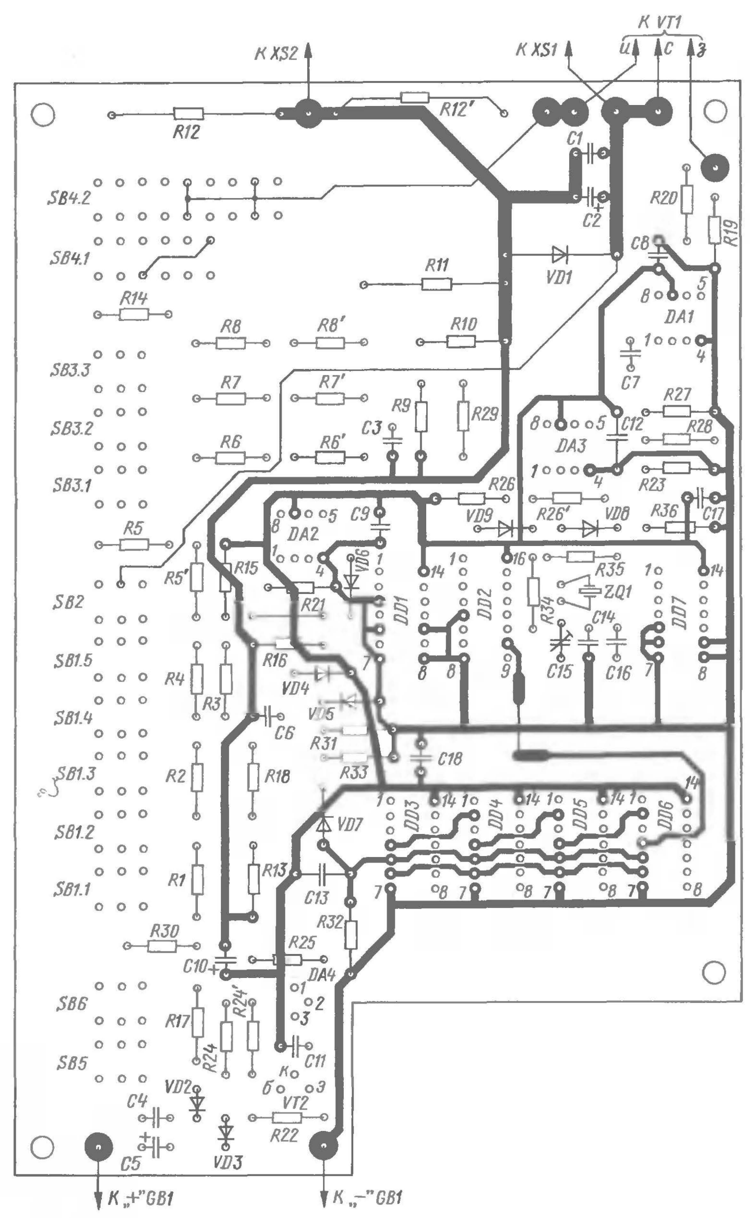
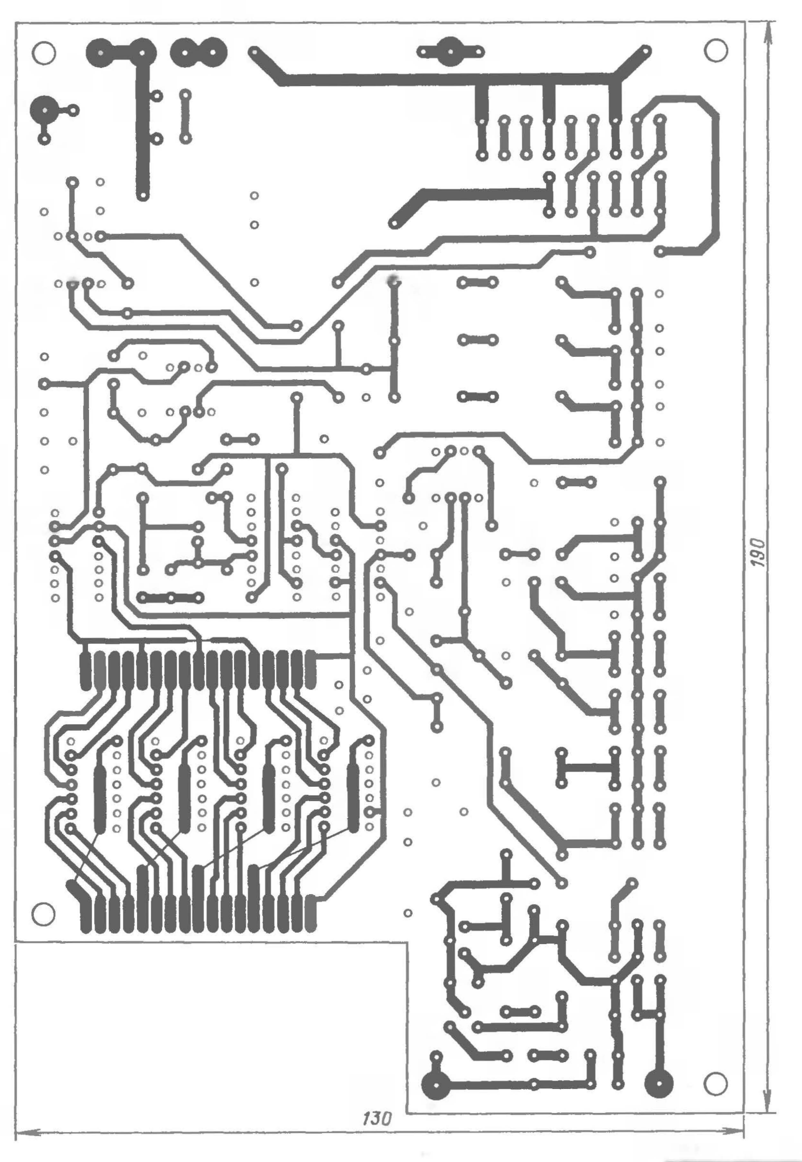


Рис. 2

торе VT1 собран стабилизатор тока разрядки. Значение этого тока определяется напряжением на неинвертирующем входе ОУ DA1 (0,1, 0,2 или 0,5 В), которое устанавливают кнопками SB3.1—SB3.3, и резистором (R10, R11 или R13), включенным в цепь истока транзистора VT1. Переключают эти резисторы кнопками SB4.1, SB4.2. Вход установки тока потребления ОУ DA1 (вывод 8) использован для управления стабилизатором тока. При высоком уровне на этом выводе транзистор VT1 закрывается и ток разрядки равен нулю.

На ОУ DA2 собран компаратор напряжения, который контролирует напряжение на аккумуляторе, при этом на неинвертирующий вход с резистивного делителя R15R16 поступает стабильное напряжение около 1 В, а на инвертирующий — напряжение с резистивного делителя R1—R5R13, который подключен к аккумулятору. С помощью кнопок SB1.1—SB1.5, SB2 изменяют коэффициент деления, а диоды VD4, VD5 защищают вход ОУ. Компаратор на DA2 переключится в состояние с высоким уровнем на выходе, если напряжение аккумулятора будет меньше значения, установленного кнопками SB1.1—SB1.5, SB2. Каждая из них имеет свой "вес", и в зависимости от того, сколько их нажато, устанавливается значение напряжения, до которого разряжается аккумулятор. Например, при нажатых кнопках SB1.1, SB1.5 и SB2 это значение составит 11 В.

На ОУ DA3 собран компаратор, контролирующий напряжение батареи GB1, он переключится, когда оно станет менее 7 В. Стабилизатор напряжения питания собран на микросхеме DA4 и транзисторе VT2. Напряжение батареи делится на две неравные части: одну стабилизированную +5 В, а вторую нестабилизированную (-2...-4 В). На-



пряжение +5 В использовано как образцовое для компараторов и стабилизатора тока разрядки. Счетчик интервала времени собран на микросхемах DD1—DD7 и четырехразрядном цифровом ЖК индикаторе HG1. На микросхеме DD2 собран генератор импульсов с периодом следования 1 мин, частота его стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1. Кроме того, эта микросхема формирует импульсы с частотой 128 Гц, которые поданы на счетный вход триггера DD1.2. На его выходе присутствуют импульсы с частотой следования 64 Гц и скважностью 2, которые поступают на входы S микросхем DD3—DD6 и необходимы для работы ЖКИ. Импульсы с частотой 1 Гц поступают на вход логического элемента DD7.1, а с его выхода — в цепь управления десятичной точкой второго разряда ЖКИ. Имеющийся в микросхеме DD2 делитель частоты на 60 имеет отдельный вход начальной установки (вывод 9), что позволяет управлять подачей минутных импульсов без нарушения работы индикатора.

В момент включения питания с помощью цепи C13R32 триггер DD1.1 устанавливается в состояние с высоким уровнем на инверсном выходе, поэтому импульсов с периодом следования 1 мин на выходе (выводе 10) микросхемы DD2 нет. ОУ DA1 выключен, счетчики DD3—DD6 установлены в нулевое состояние, поэтому на ЖКИ выведены нули. После установки требуемых параметров режима разрядки — напряжения — кнопками SB1.1—SB1.5, SB2, тока — кнопками SB3.1—SB3.3, SB4.1, SB4.2 —подключают испытываемый аккумулятор и нажимают на кнопку SB6 "Пуск". Триггер DD1.1 переходит в состояние с низким уровнем на инверсном выходе, стабилизатор тока включается, на выводе 10 микросхемы DD2 появляются импульсы — начинаются разрядка и отсчет интервала времени. При этом на индикаторе мигает точка между разрядами часов и минут.

По мере разрядки аккумулятора напряжение на нем уменьшается, и при достижении установленного уровня компаратор на ОУ DA2 переключится, на его выходе появится высокий уровень, который установит триггер DD1.1 в состояние с высоким уровнем на выводе 12. Стабилизатор тока отключится, и отсчет времени прекратится. При этом точка во втором разряде не мигает, а на ЖКИ выведена продолжительность разрядки аккумулятора. Если напряжение батареи GB1 станет менее 7 В, то переключится компаратор на ОУ DA3 и высокий уровень поступит на вход элемента DD7.2, поэтому на ЖКИ будут мигать точки в первом, третьем и четвертом разрядах, сигнализируя о том, что батарею пора заменить.

В устройстве применены оксидные конденсаторы К50-35 или аналогичные, подстроечный — КТ4-21, остальные —К10-17, диоды — серий КД103, КД521, КД522, транзистор КП742А можно заменить на КП742Б или аналогичные импортные, КТ315Б — на любой из серий КТ315, КТ3102. Резистор R12 составлен из двух С5-16МВ-1 Вт по 0,2 Ом, соединенных параллельно, остальные резисторы — ОМЛТ, С2-23, причем каждый из R5—R8, R24 и R26 для получения требуемого сопротивления составлен из двух, соединенных последовательно. Резисторы R1—R13 желательно применить с допуском 1...2 %. Все кнопки —П2К, причем их блоки SB1.1—SB1.5, SB3.1—SB3.3 и SB4.1, SB4.2 имеют зависимую фиксацию, кнопки SB2, SB5 — с возвратом повторным нажатием, а SB6 — без фиксации (с самовозвратом).



Рис. 3

Основанием всей конструкции устройства является ребристый алюминиевый теплоотвод размерами 20×150×200 мм^3, он необходим для охлаждения транзистора VT1, так как мощность, рассеиваемая на нем, достигает 60...70 Вт. Почти все детали размещены на условно верхней стороне двусторонней печатной платы из стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. На второй стороне, где расположено большинство печатных проводников, монтируют ЖКИ, вырез предназначен для батареи GB1. Соединения, показанные тонкими линиями, — это перемычки из изолированного провода. Плату крепят к теплоотводу с помощью стоек и винтов, к нему через изолирующую теплопроводящую прокладку крепят транзистор VT1. Сверху плата закрыта крышкой с отверстиями для вентиляции, кнопок и ЖКИ. Внешний вид устройства показан на **рис. 3**.

Налаживание начинают с установки напряжения стабилизации +5 В, делают это подбором резистора R24. К гнездам XS1, XS2 через амперметр подключают блок питания с регулируемым выходным напряжением. При напряжении блока питания 5 В переключают кнопки SB3.1—SB3.3, SB4.1 и SB4.2 и проверяют все значения тока разрядки. Затем, установив ток разрядки 50...100 мА, регулируют выходное напряжение блока питания и, переключая кнопки SB1.1—SB1.5, SB2, проверяют значения напряжения, при которых происходит остановка разрядки. При необходимости подбирают резистор R15.

От редакции. *Для повышения устойчивости работы стабилизатора тока разрядки между затвором и истоком транзистора VT1 (непосредственно на его выводах) рекомендуется установить керамический конденсатор емкостью 0,033...0,1 мкФ.*

Редактор — И. Нечаев, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Преобразование формата PCAD в графические форматы

Д. ПАНКРАТЬЕВ, г. Ташкент, Узбекистан

В настоящее время при разработке радиоэлектронных устройств используют пакеты инженерного проектирования, в том числе и, пожалуй, наиболее часто — PCAD различных версий. Один из основных этапов проектирования — разработка печатных плат. При их изготовлении промышленным способом, как правило, формат PCAD предварительно преобразуют в Gerber. Радиолюбителям же удобнее получить файл чертежа печатной платы в любом распространенном графическом формате. О том, как это сделать, рассказывает помещенная ниже статья.

Этой теме журнал уже уделял немало внимания, достаточно указать на статьи [1—3]. Однако описанным способам преобразования свойственны некоторые особенности, связанные либо с недостаточно высоким качеством конечного продукта, либо со сравнительно большим числом этапов его получения.

Предлагаю рассмотреть еще три способа преобразования современного формата файлов PCAD 2002 в обычные графические форматы.

Первый основан на использовании пакета Adobe Acrobat 6.0 Standard. Полный пакет имеет объем в установленном виде около 200 Mb. Преимущество данного способа состоит в наличии только одной промежуточной ступени преобразования без необходимости ручного редактирования, причем ее результатом является файл формата .pdf, который сам по себе является одним из стандартов технической интернет-документации.

Adobe Acrobat 6.0 Standard совместим с версиями Windows 9x/2K/XP. После установки пакета в обычной конфигурации в системе появляется принтер Adobe PDF. Перед использованием принтер необходимо настроить. Заходим в *Панель управления — Принтеры и факсы*, щелкаем правой кнопкой мыши на значке принтера Adobe PDF и в ниспадающем меню выбираем пункт *Настройка печати...* Окно настроек открывается на закладке *Adobe PDF Settings*. В области настроек *Adobe PDF Conversion Settings* в строке *Default Settings* (настройки по умолчанию) следует выбрать набор установок *Standard (1)*, после чего входим в режим его редактирования, нажав на кнопку *Edit* (**рис. 1**).

В новом окне в области *File Options* (свойства файла) проверяем совместимость с ранними версиями стандарта PDF — в строке *Compability* желательно оставить настройку по умолчанию:

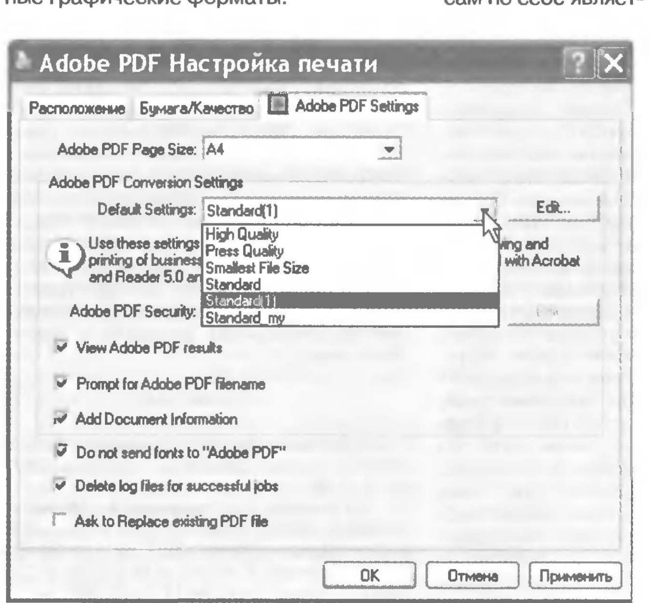


Рис. 1

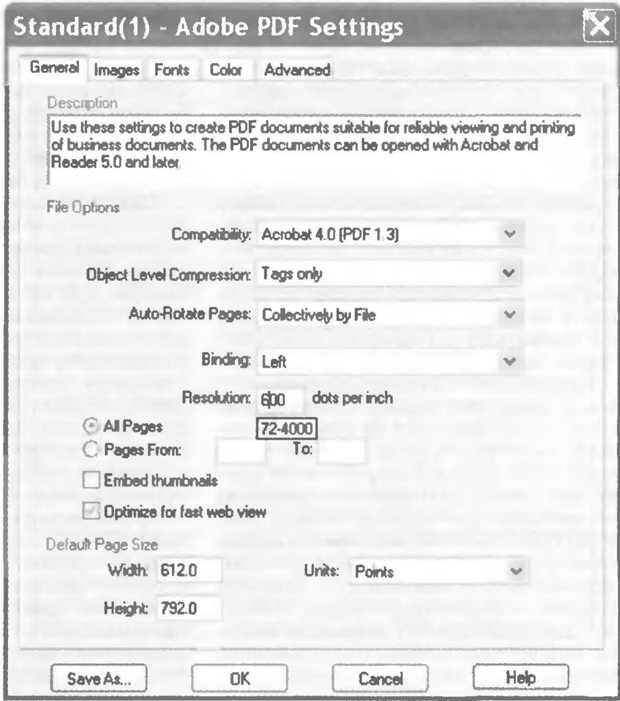


Рис. 2

Acrobat 4.0 (PDF 1.3). В строке *Resolution* следует изменить значение разрешения на 600 dpi (**рис. 2**). Остальные параметры можно оставить по умолчанию, а внесенные изменения сохранить, нажав на кнопку *Save As...* и введя новое имя файла настроек, например, *Standard_my.joboptions*. Строку *Adobe PDF Security* оставляем без изменений, поскольку рассмотрение параметров безопасности документов PDF — это, скорее, тема для отдельной статьи.

В окне *Adobe PDF Настройки печати* проверяем наличие флагов *View Adobe PDF results* (автоматический просмотр созданного PDF-файла по окончании печати) и *Prompt for Adobe PDF filename* (запрос имени файла печати). Затем выбираем закладку *Расположение* и кнопку *Дополнительно...*, после чего становятся доступными для изменения дополнительные параметры документа PDF. В пункте *Графика* также устанавливаем качество печати *600 dpi* и нажимаем на кнопку *OK* (**рис. 3**). Нажатием на кнопку *Применить* подтверждаем сделанные изменения в окне *Настройки печати* и закрываем его.

На этом настройку системного принтера можно считать законченной и рассмотреть непосредственно процесс преобразования форматов. Запустив, например, программу проектирования печатных плат PCB из состава пакета PCAD 2002, создаем или открываем существующий файл рисунка печатной платы. В меню *File* выбираем пункт *Print Setup...* (настройка печати...). В открывшемся окне в строке *Name* (имя принтера...) останавливаемся на выборе принтера *Adobe PDF*. Закрыв окно нажатием на кнопку *OK*, переходим к пункту *Print...* (печать...). После подготовки соответствующим образом процесса печати рисунка платы с использованием диалогового окна программы переходим к предварительному просмотру, для чего нажимаем на кнопку *Print Preview*. Если результаты устраивают, запускаем собственно печать нажатием на кнопку *Print...* в левом верхнем углу окна предварительного просмотра. При этом выводится стандартное окно запроса на сохранение файла, где следует выбрать путь и ввести имя файла печати. После этого нажатием на кнопку *Сохранить* выполняется печать в файл формата PDF.

Следующий этап преобразования — вызов самой программы Adobe Acrobat 6.0 Standard. Открыв с ее помощью созданный документ, входим в пункт меню *Files — Save As...* и в открывшемся диалоговом окне выбираем тип файла из доступных графических форматов JPG, JPG2000, PNG, TIFF, причем в каждом случае есть возможность выбрать необходимые настройки каждого формата посредством кнопки *Settings...* Например, для формата TIFF возможны методы сжатия черно-белых изображений, изображений в градациях серого и цветных, а также метод управления цветовым профилем.

Второй способ очень прост и в то же время обеспечивает высокое качество изображения. Он заключается в прямом захвате рисунка в выделенной области экрана из окна предварительного просмотра печати с помощью практически любого граббера. Одним из возможных вариантов является использование распространенной программы SnagIt (**http://www.techsmith.com**). На сегодня доступна версия 8.2 программы, однако прекрасно работает и пятая со всеми Windows 9x/2K/XP. При выборе этого варианта также после подготовки рисунка к печати переходим к предварительному просмотру с помощью *Print Preview*. Запустив граббер (рассматриваем восьмую версию), выбираем в меню пункт *Capture-Input* и режим захвата области экрана *Region* (кстати, этот параметр устанавливается по умолчанию). В пункте меню *Capture-Output* следует отметить *File* и проверить наличие флага *Preview Window*.

Adobe PDF Converter - Дополнит...

Дополнительные параметры документа: Adobe PDF Conve
Бумага/Вывод
Размер бумаги: A4
Число копий: 1 копия
Графика
Качество печати: 600dpi
Управление цветом
Метод ICM: ICM
Применение ICM
Масштаб: 100 %
Шрифт TrueType: ...строенный шрифт
Параметры документа
Параметры PostScr...
72dpi
144dpi
300dpi
600dpi
1200dpi
2400dpi
3600dpi
4000dpi
OK
Отмена

Рис. 3

Нажав на кнопку *Capture*, выделяем с помощью появившегося курсора нужную область рисунка. По окончании процесса захвата открывается окно просмотра, в котором и выполняем сохранение рисунка в нужном формате. Здесь доступны практически все распространенные типы графических файлов с настройкой соответствующих опций. Для получения высокого качества следует выбирать глубину цвета не менее 24-bit и качество не ниже 75 (для JPG).

Третий способ также не содержит промежуточных этапов, позволяя сразу получить рисунок печатной платы в формате EMF. Соответствует ли этот тип файлов формату Windows Enhanced Metafile, сказать трудно, поскольку PCAD, как правило, отказывается воспринимать внешние файлы с таким расширением, однако файлы, созданные PCAD-PCB, прекрасно читаются в стандартном просмотрщике Windows Picture and Fax Viewer.

Для этого следует выделить необходимый фрагмент рисунка печатной платы прямо в рабочем окне PCAD, выбрать пункт меню *Edit-Copy to File...* и в открывшемся окне тип файла *PCAD-Pictures, *.emf*. Получившееся цветное изображение обладает высоким качеством, однако при стандартных цветовых настройках PCAD возможно наличие полутоновых областей. Чтобы не прибегать к коррекции тонов в графическом редакторе, вероятно, понадобится подобрать палитру PCAD с помощью меню *Options-Display (Background, Pad, Line* и др.).

Кстати, аналогичным образом возможен и экспорт принципиальных схем из программы PCAD-Schematic из состава того же PCAD 2002 в формат **.wmf Windows Metafile*. При стандартной палитре получается негативное полутоновое изображение, которое при желании также можно скорректировать через меню *Options-Display (Background, Part, Wire* и др.).

Указанные форматы без проблем импортируются также в Microsoft Word любых версий, а файл wmf просто конвертируется в другие форматы средствами Windows. Для этого в окне Picture and Fax Viewer, вызываемом по умолчанию для просмотра файлов рассматриваемого формата, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши и в открывшемся контекстном меню выбрать пункт *Edit*. При этом файл передается для редактирования прямо в программу Paint, хотя в списке поддерживаемых ею форматов wmf отсутствует!

Метафайлы Windows могут быть преобразованы в другие графические с помощью популярных просмотрщиков ACDSee и XNView (бесплатный), последние версии которых можно переписать, например, с сайта **www.softodrom.ru**.

В заключение можно коснуться вопроса обработки полученных изображений в мощном графическом редакторе Adobe Photoshop. Возможность работы со слоями печатных плат ничем не уступает популярному в этом смысле пакету CorelDraw. Практический интерес представляет также возможность зеркального отображения и свободной трансформации, реализуемые через пункты меню *Edit — Transform* и *Free Transform*. Например, придать рисунку готовой печатной платы элементарный наклон или усложнить геометрическую конфигурацию проще именно в процессе редактирования графического формата в Adobe Photoshop.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лузянин В.** Преобразование файлов PCAD в другие форматы. — Радио, 2001, № 6, с. 30.

2. **Горячкин А., Грищенко А., Исаев А.** Преобразование файлов P-CAD в графические форматы. — Радио, 2002, № 1, с. 24, 25.

3. **Горячкин А.** Распечатка файлов P-CAD 2001. — Радио, 2003, № 11, с. 28, 29.

Редактор — Л. Ломакин, скриншоты — автора

Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 207-88-18

Инверторный источник сварочного тока COLT 1300

В. ВОЛОДИН, г. Одесса, Украина

Изучение принципиальных схем промышленных образцов электронных устройств и осмысливание принципа их работы — отличный способ расширения познаний в электронике, способствующий росту собственного профессионального уровня. Предлагаемая статья будет полезна тем, кто занимается ремонтом и эксплуатацией сварочных источников. В ней приводится описание инверторного источника сварочного тока COLT 1300, производимого итальянской фирмой CEMONT. Благодаря сравнительно невысокой стоимости и хорошему качеству этот источник широко распространен в странах СНГ.

Источники COLT 1300, COLT и PUMA 150 предназначены для ручной сварки металлов (технология MMA) и имеют похожие схемы и компоновку. Поэтому достаточно рассмотреть один из них — COLT 1300, чтобы получить достаточное представление об устройстве других.

Все три источника рассчитаны на работу от однофазной сети переменного тока напряжением 230 В ±10 % и частотой 50...60 Гц. Они имеют одинаковые габариты — 110×200×300 мм, но различаются мощностью и массой. Более мощные источники COLT 1300 и PUMA 150 массой 3,8 кг потребляют от сети мощность до 3,8 кВт и позволяют производить сварку электродами диаметром 1,6...3,25 мм. При этом PUMA 150 обеспечивает максимальный сварочный ток 130 А при относительной продолжительности включения (ПВ) 25 %, а COLT 1300 — 125 А при ПВ 15 %. Параметр ПВ показывает, какую часть времени рабочего (обычно десятиминутного) цикла сварку с помощью данного источника можно вести непрерывно, после чего для его охлаждения необходим перерыв.

Менее мощный источник COLT имеет массу 2,9 кг, потребляет от сети мощность до 2,1 кВт и позволяет производить сварку электродами диаметром 2,5 мм. COLT обеспечивает максимальный сварочный ток 75 А при ПВ 30 %.

Силовая часть

На **рис. 1** изображена схема силовой части инверторного источника сварочного тока COLT 1300. Он подключается к сети переменного тока гибким шнуром с трехконтактной вилкой XP1. Переменное сетевое напряжение через замкнутый выключатель SA1, фильтры помех L1C2C3, L2C1 и зарядный резистор R1 поступает на выпрямитель — диодный мост VD1 со сглаживающими конденсаторами C4 и C5.

Фильтры обеспечивают подавление как синфазной, так и противофазной помехи. Для их эффективной работы требуется заземление металлического корпуса источника через контакт PE вилки XP1. Варистор RU1 защищает от кратковременных выбросов напряжения в сети.

При включении источника начальная зарядка конденсаторов C4 и C5 производится через специально предусмотренный резистор R1, что исключает перегрузку сети и диодов моста VD1 их зарядным током. По истечении времени, достаточного для зарядки конденсаторов, резистор R1 шунтирует контакты реле K1.1. Для определения момента окончания зарядки служит пороговое устройство на микросхеме DA1 — параллельном стабилизаторе напряжения (по прямому назначению). Ток в цепи катод—анод этой микросхемы начнет течь, когда конденсаторы C4 и C5 зарядятся до такой степени, что напряжение на управляющем входе микросхемы (оно поступает с резистивного делителя R3—R5) превысит внутреннее пороговое напряжение микросхемы (2,5 В). Начиная с этого момента, цепь питания обмотки реле K1 будет замкнута.

Напряжение низкого уровня на катодном выводе микросхемы DA1 служит и сигналом готовности для блока управления (БУ). Получив этот сигнал, БУ начинает формировать импульсы частотой приблизительно 57 кГц, которые через трансформатор T1 поступают на входы двух драйверов, управляющих транзисторами инвертора. Драйверы собраны по одинаковым схемам, поэтому рассмотрим работу только одного из них — верхнего по схеме.

При открывании транзистора VT3 в БУ в обмотке II трансформатора T1 индуцируется напряжение, полярность которого — открывающая для IGBT VT4, VT6 (плюс на затворе, минус на эмиттере). Через открытые диоды VD13 и VD15 и "антипаразитные" резисторы R28, R29 оно поступает на затворы IGBT. Резисторы R23 и R26 подавляют колебания в контуре, образованном индуктивностью и емкостью обмотки трансформатора. Стабилитроны VD17 и VD18 ограничивают напряжение затвор—эмиттер IGBT на безопасном уровне. Транзистор VT2 закрыт, поскольку его участок база—эмиттер зашунтирован открытым диодом VD15.

При закрывании в БУ транзистора VT3 полярность напряжения на обмотке II трансформатора T1 изменяется на противоположную. Диоды VD13 и VD15 закрываются, а к участку база—эмиттер транзистора VT2 прикладывается через резистор R23 в открывающей этот транзистор полярности напряжение, до которого зарядилась на предыдущем этапе емкость затвор—эмиттер IGBT. Через открывшийся транзистор VT2 она быстро разряжается, IGBT закрываются.

Инвертор в COLT 1300 выполнен по распространенной в простых инверторных источниках сварочного тока схеме прямоходового однотактного полумостового преобразователя ("косого моста"). Каждый ключ инвертора состоит из двух соединенных параллельно IGBT VT4, VT6 и VT5, VT7. Рассмотренный в [1] сварочный источник RytmArc построен по аналогичной схеме.

Обмотки II и III трансформатора T1 сфазированы таким образом, что оба ключа инвертора (все четыре IGBT) открываются одновременно. При этом энергия источника питания через трансформатор T3 поступает в сварочную цепь, магнитопровод этого трансформатора намагничивается. По закрывании IGBT энергия, накопленная в индуктивности рассеяния и магнитопроводе трансформатора T3, возвращается в первичный источник, через диоды VD24 и VD25 происходит зарядка конденсаторов C4 и C5. Блокировочный конденсатор C19, установленный в непосредственной близости к IGBT и диодам инвертора, устраняет влияние на его работу индуктивности проводов, соединяющих инвертор с источником питания.

Для контроля выходного тока инверторного источника служит трансформатор тока T2, первичная обмотка которого — пропущенный через отверстие его кольцевого магнитопровода провод, идущий к трансформатору T3. В интервале прямого хода инвертора ток вторичной обмотки трансформатора T2 протекает через диод VD9 и резисторы R13, R15—R17, а также через резисторы R4, R7 в БУ. С помощью подстроечного резистора R15 регулируют общее сопротивление нагрузки трансформатора тока. Пропорциональное сварочному току падение напряжения на этом сопротивлении используется в БУ для формирования падающей нагрузочной характеристики источника, необходимой для сварки по технологии MMA, а также для защиты инвертора от перегрузки по току.

В цикле обратного хода напряжение на вторичной обмотке трансформатора тока меняет полярность. Диод VD9 закрывается, VD10 открывается и ток, размагничивающий магнитопровод этого трансформатора, течет через стабилитрон VD8. Его напряжение стабилизации выбрано таким, что полное размагничивание магнитопровода за время обратного хода инвертора гарантировано.

Импульсное напряжение с обмотки III трансформатора T3 поступает в сварочную цепь через однополупериодный выпрямитель — диодную сборку VD21. Цепь R25C18 подавляет паразитные высокочастотные колебания. Дроссель L5 сглаживает выпрямленный ток. В паузах между импульсами сварочный ток течет через диодные сборки VD22 и VD23. Резистор R32 — минимальная нагрузка, необходимая инвертору в режиме холостого хода. Конденсаторы C22 и C23 образуют с дросселем L5 фильтр, подавляющий

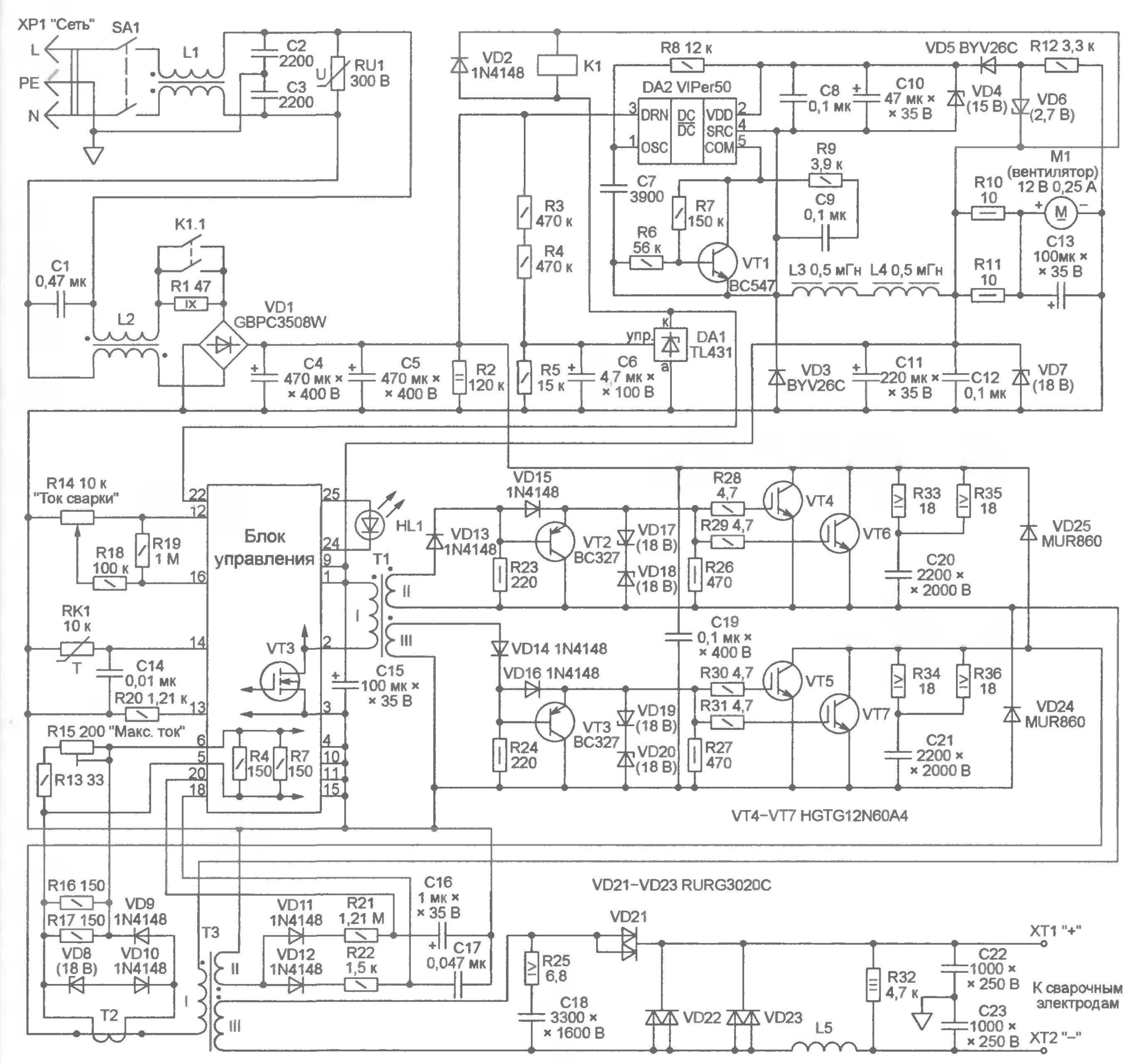


Рис. 1

высокочастотные помехи, проникающие на выход сварочного источника. Ток сварки устанавливают переменным резистором R14. Терморезистор RK1 с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления закреплен на теплоотводе IGBT VT4—VT7.

Дополнительная обмотка II трансформатора T3 и выпрямители на диодах VD11 и VD12 формируют сигналы, необходимые для реализации функций Anti-Stick (защита от залипания сварочного электрода) и Arc Force (форсирование дуги). Первая из них уменьшает выходной ток источника при замыкании электрода со свариваемой деталью, длящемся более 0,8 с. Вторая функция в определенных условиях увеличивает на некоторое время сварочный ток относительно заданного значения, что повышает стабильность горения дуги.

Постоянное стабилизированное напряжение +16 В для питания БУ формируется из выпрямленного сетевого напряжения с помощью понижающего преобразователя на специализированном контроллере VIPer50 (DA2). Ранее на страницах журнала "Радио" [2] было подробно описано устройство на аналоге VIPer50 — контроллере VIPer100, рассчитанном на вдвое больший ток нагрузки.

Контроллер DA2 устроен таким образом, что автоматически поддерживает между выводами SRC и VDD напряжение 13 В. Для того чтобы увеличить выходное напряжение преобразователя до 16 В, в цепь стабилизирующей обратной связи добавлен стабилитрон VD6 на 2,7 В. Фильтр L3L4C11C12 — сглаживающий. Через диод VD3 замыкается выходной ток в паузах между формируемыми контроллером импульсами. Узел на транзисторе VT1 необходим для ограничения до 1 А тока истока мощного полевого транзистора, встроенного в контроллер DA2.

Стабилитрон VD4 защищает от опасного превышения напряжения питания контроллер DA2, а стабилитрон VD7 — БУ. Вентилятор M1 служит для обдува тепловыделяющих элементов сварочного источника. Он работает непрерывно. Резисторы R10 и R11 гасят избыток напряжения, питающего вентилятор.

Данные намоточных узлов источника:

Дроссель L1 — 4 витка сдвоенного сетевого провода на ферритовом магнитопроводе типоразмера К32×18×12.

Дроссель L2 — две обмотки по 8 витков медного провода диаметром 2 мм в эмалевой изоляции на ферритовом магнитопроводе того же типоразмера.

Дроссели L3, L4 — унифицированные на ток 1 А.

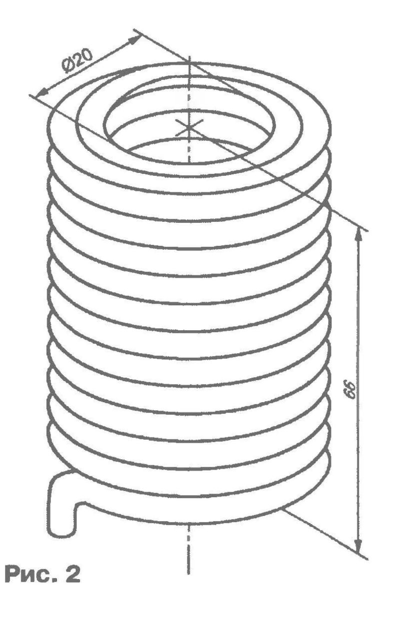


Рис. 2

Дроссель L5 — 27 витков медного провода диаметром 4 мм в эмалевой изоляции, намотанных в два слоя без каркаса. Эскиз конструкции этого дросселя изображен на **рис. 2**.

Рис. 3

Трансформаторы T1 и T2 — соответственно TI-116626 и TA314200 (1:200) итальянской фирмы UTK component. Самостоятельно намотать трансформатор T1 можно на кольце K20×10×5 из феррита 2000НМ1. Обмотка I — 50 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,2 мм. Обмотки II и III должны быть надежно изолированы, например, лакотканью и содержать по 40 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,16 мм. Межобмоточную изоляцию желательно проверить мегаомметром с испытательным напряжением 1000 В. Магнитопроводом трансформатора тока T2 может служить такое же кольцо. Его вторичная обмотка — 200 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,25 мм.

Трансформатор T3 имеет магнитопровод E55/28/25 из феррита N97 [3]. Обмотка I — 16 витков провода диаметром 2 мм. Обмотка II — пять витков в два провода диаметром 2,5 мм. Обмотка III — один виток провода диаметром 1 мм. Необычно в этом трансформаторе то, что, несмотря на высокую рабочую частоту, его обмотки намотаны одиночными медными проводами большого сечения. Данное решение имеет, видимо, определенные основания. Во-первых, трансформатор получается более технологичным, а во-вторых, обмотки из литцендрата имеют худший коэффициент заполнения окна магнитопровода, что не дает возможности существенно уменьшить габариты трансформатора. Плотность тока в обмотках трансформатора T3 достигает 14...15 А/мм^2, из-за чего ПВ источника COLT 1300 и не превышает 15 %.

Сварочный источник имеет единственный подстроечный элемент — резистор R15, с помощью которого устанавливают максимальный ток сварки, соответствующий крайнему правому (по схеме) положению движка переменного резистора R14.

Блок управления

Схема БУ источника COLT1300 изображена на **рис. 3**. Он построен на ШИ контроллере SG3525A [4], назначение выводов которого приведено в **таблице**.

На выводы 6 и 5 БУ (вход пикового детектора на транзисторе VT1) поступает напряжение, пропорциональное выходному току сварочного источника. Постоянная времени цепи R10C3 значительно больше периода повторения импульсов тока, что гарантирует относительную неизменность напряжения на выходе детектора в течение периода повторения импульсов инвертора. Это напряжение поступает на ОУ DA1.3, где происходит его сравнение с напряжением, снимаемым с движка переменного резистора R14 (см. рис. 1), поступающим на вывод 16 БУ. Через корректирующую цепь R17R22C11 напряжение с выхода усилителя поступает на вход IN+ контроллера DA2. Коэффициент передачи встроенного в контроллер усилителя сигнала рассогласования установлен равным единице за счет обратной связи с выхода CMP на вход IN–, к которому подключена корректирующая цепь R19C9C10.

Частота импульсов внутреннего тактового генератора контроллера задана элементами R23, R21, C8. От номинала резистора R23 зависит длительность зарядки конденсатора C8 (8 мкс), а от номинала резистора R21 — длительность его разрядки (0,8 мкс). Импульсы на выходе OUTA контроллера следуют с частотой приблизительно 57 кГц (вдвое реже тактовых), а их коэффициент заполнения не может превышать 50 %, что необходимо для правильной работы однотактного инвертора.

По цепи R27R28 эти импульсы поступают на затвор VT3 — выходного тран-

тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

зистора БУ. Его стоковой нагрузкой служит обмотка I трансформатора Т1 (см. рис. 1). Диоды VD7—VD9 обеспечивают размагничивание магнитопровода этого трансформатора в паузах между импульсами.

В случае превышения максимального сварочного тока напряжение с вывода 6 БУ через диод VD4 и открывшийся стабилитрон VD5 поступит на вход выключения контроллера (SDN). В результате выход контроллера немедленно перейдет в отключенное состояние, транзистор VT3, а с ним и IGBT инвертора закроются. Неоднократное за небольшой промежуток времени срабатывание токовой защиты приводит к разрядке конденсатора "мягкого старта" С13 и довольно продолжительной паузе в работе контроллера, за которой последует "мягкий старт".

Как уже было сказано, на теплоотводе IGBT инвертора укреплен терморезистор RK1 (см. рис. 1). Вместе с изображенным там же резистором R20 и резисторами R18 и R20 в БУ он образует чувствительный к температуре мост, напряжение разбаланса которого поступает на входы ОУ DA1.4. Если температура теплоотвода превысит допустимую, уровень напряжения на выходе ОУ DA1.4 станет высоким. С вывода 25 БУ через светодиод HL1 (см. рис. 1) это напряжение поступит на вывод 24, а с него — на вход SDN контроллера DA2, выключив его. Включившийся светодиод HL1 сигнализирует о причине аварии — перегреве.

Поскольку участок коллектор—эмиттер транзистора VT2 подключен параллельно терморезистору тепловой защиты, на открытое состояние этого транзистора контроллер реагирует точно так же, как на перегрев IGBT. Транзистор VT2 остается открытым напряжением, поступающим на вывод 22 БУ, пока не сработало пороговое устройство узла ограничения зарядного тока сглаживающих конденсаторов С4, С5 (см. рис. 1). По окончании их зарядки напряжение на выводе 22 БУ уменьшается и транзистор VT2 закрывается, снимая запрет работы контроллера DA2. Контроллер выполняет "мягкий старт".

С вывода 20 БУ напряжение, пропорциональное выходному напряжению сварочного источника, поступает на неинвертирующий вход ОУ DA1.1, на инвертирующий вход которого подано образцовое напряжение 2,55 В (половина формируемого внутренним стабилизатором контроллера DA2 на его выводе VRF напряжения 5,1 В). Пока нагрузка источника — электрическая дуга, падение напряжения на которой превышает 20 В, напряжение на выводе 20 БУ больше образцового и высокий уровень на выходе ОУ DA1.1 удерживает диод VD2 закрытым. Залипание электрода приводит к уменьшению напряжения в сварочной цепи, а приблизительно через 0,8 с, необходимых для разрядки конденсатора С16 (см. рис. 1), снижается напряжение и на входе ОУ DA1.1. Высокий уровень на его выходе сменяется низким, и диод VD2 открывается. Это уменьшает задающее сварочный ток напряжение на неинвертирующем входе ОУ DA1.3 по сравнению с заданным переменным резистором R14 (см. рис. 1). В результате ток в сварочной цепи снижается до минимума, что и необходимо для реализации функции Anti-Stick.

Напряжение на выводе 18 БУ значительно быстрее, чем на выводе 20,

Вывод	Имя	Функция
1	IN–	Входы усилителя сигнала рассогласования
2	IN+	
3	SYN	Вход сигнала внешней синхронизации
4	OSC	Выход сигнала внутреннего генератора
5	CT	Выводы для подключения конденсатора и резистора, задающих частоту внутреннего генератора
6	RT	
7	DIS	Вывод для подключения резистора, задающего длительность паузы
8	CSS	Вывод для подключения конденсатора "мягкого старта"
9	CMP	Выход усилителя сигнала рассогласования (вход компаратора)
10	SDN	Вход сигнала выключения
11	OUTA	Выход А
12	GND	Общий вывод
13	VC	Напряжение питания выходных узлов
14	OUTB	Выход В
15	VCC	Напряжение питания
16	VRF	Выход образцового напряжения +5,1 В

следует за выходным напряжением сварочного источника благодаря значительно меньшей постоянной времени цепи R22C17 (см. рис. 1) по сравнению с цепью R21C16 (там же). Усиленная ОУ DA1.2 разность напряжения на выводе 18 БУ и образцового (2,55 В) поступает на дифференцирующую цепь C4R12. При резком уменьшении напряжения в сварочной цепи эта цепь формирует положительный импульс, поступающий через диод VD3 на неинвертирующий вход ОУ DA1.3 и кратковременно увеличивающий сварочный ток — так реализуется функция Arc Force.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Володин В.** Инверторный источник сварочного тока. Опыт ремонта и расчет электромагнитных элементов. — Радио, 2003, № 8—10.

2. **Косенко С.** VIPer-100A и "карманное" зарядное устройство на его основе. — Радио, 2002, № 11, с. 30—32.

3. Ferrites and accessories. E 55/28/25 Core. — **<http://www.epcos.com/inf/80/db/fer_07/e_55_28_25.pdf>**.

4. SG2525A, SG3525A Regulating Pulse Width Modulators. — **<http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/4286/sg3525.pdf>**.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, автор

Источники питания люминесцентных ламп

В прошлом году в нашем журнале было напечатано несколько статей, в которых рассказывалось, как подключить люминесцентную лампу к сети 220 В через "электронный балласт" или запитать ее от низковольтного источника постоянного тока, например, аккумуляторной батареи. Эти публикации не только вызвали большой интерес читателей, но и стимулировали некоторых из них поделиться своими наработками в этой области. В результате редакция получила почти одновременно статьи разных авторов на упомянутую выше тему. Мы решили сделать из них подборку, предоставив каждому читателю возможность выбрать наиболее подходящую ему конструкцию.

А. КАВЫЕВ из г. Уфа предлагает два варианта преобразователя напряжения на основе транзисторного генератора с трансформаторной обратной связью для питания люминесцентной лампы от источника низкого постоянного напряжения, когда по условиям электробезопасности нельзя использовать светильник с обычным дроссельным или электронным пускорегулирующим аппаратом.

Схема первого варианта преобразователя представлена на **рис. 1**. Это двухтактный автогенератор на транзисторах VT1 и VT2, включенных таким образом, что их можно без взаимной изоляции установить на общий теплоотвод [1]. Положительная обратная связь создана с помощью автотрансформатора T1. Небольшой ток, протекающий в базовых цепях транзисторов благодаря резисторам R1 и R2, облегчает начальный запуск преобразователя. В рабочем режиме автосмещение на базах транзисторов создается за счет перезарядки конденсаторов C2 и C3 соответственно через диоды VD3 и VD4. Резисторами R3 и R4 ограничен базовый ток транзисторов. Диоды VD1, VD2 защищают транзисторы от обратного напряжения.

Частота колебаний генератора (25...30 кГц) равна резонансной частоте колебательного контура, образованного обмоткой III трансформатора T1 и конденсатором C4. Подбирая этот конденсатор, регулируют частоту и устанавливают необходимое значение тока, текущего через лампу, мощность которой может достигать 15...20 Вт. Напряжение накала подано на лампу от обмоток IV и V через конденсаторы C5 и C6.

Транзисторы VT1, VT2 следует подобрать с близкими значениями коэффициента передачи тока. Испытания показали — температурный режим транзисторов значительно облегчается, если колебательный контур, образованный элементами фильтра L1C1 в цепи питания генератора, настроен на частоту тока, текущего через лампу.

Возможная замена транзистора КТ819Г — КТ805АМ, КТ854А, КТ854Б. Если общий провод питания — минусовый, можно применить транзисторы структуры p-n-p — КТ818Г, КТ837А—КТ837В. В этом случае следует изменить полярность включения всех диодов. Диоды КД257А можно заменить на КД212А.

Конденсатор C4 — полипропиленовый К78-2 или слюдяной серии К31. Остальные конденсаторы — К73-17. Плавкую вставку FU1 можно заменить самовосстанавливающимся предохранителем, например, RXE185 фирмы RAYCHEM.

Магнитопровод дросселя L1 — два кольца К15×7×5 из альсифера, склеенных вместе плоскими сторонами. На нем намотаны 25—30 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,62 мм. Можно

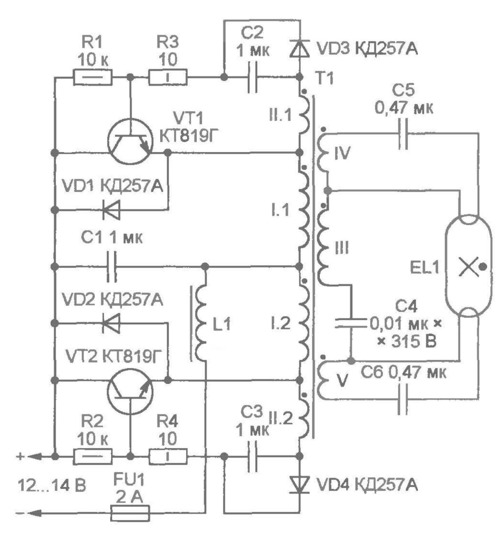


Рис. 1

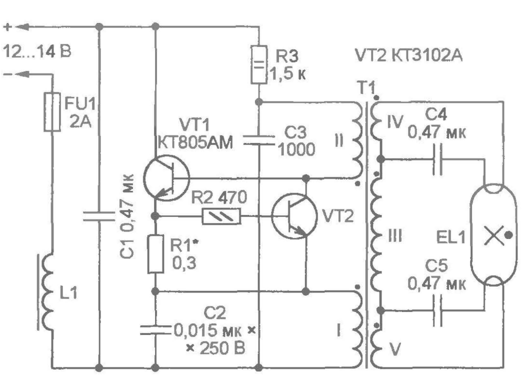


Рис. 2

использовать и многожильный монтажный провод достаточного сечения с теплостойкой изоляцией.

Трансформатор T1 выполнен на ферритовом магнитопроводе 2000НМ типоразмера Ш8×8 с немагнитным зазором 0,1 мм. Первой на каркас наматывают обмотку III — 300 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,23 мм виток к витку с послойной изоляцией. На выводы этой обмотки следует надеть полихлорвиниловые трубки и тщательно изолировать ее лакотканью. Затем в два провода ПЭВ-2 диаметром 0,62 мм наматывают обмотку I (2×16 витков). Среднюю точку этой обмотки образует соединение конца одной ее половины с началом другой. В последнюю очередь таким же проводом, сложенным вдвое, наматывают обмотку II (по три витка в каждой половине). Готовую катушку желательно пропитать влагостойким лаком или проварить в парафине (например, в жестяной банке на водяной бане).

Налаживают преобразователь, контролируя амперметром на 2 А потребляемый ток. Подключив лампу согласно схеме и заменив дроссель L1 перемычкой, подбирают конденсатор C4, добиваясь максимальной яркости света. Далее устанавливают на место дроссель L1 и подбирают число его витков таким, чтобы потребляемый ток был как можно меньше. Ток холостого хода преобразователя (без лампы) не должен превышать 200 мА.

Второй вариант преобразователя можно собрать по схеме, изображенной на **рис. 2**. Транзистор VT1 и трансформатор T1 образуют однотактный блокинг-генератор. Цепь R3C3 задает частоту генерируемых импульсов около 60 кГц. Конденсатор C2 подавляет выбросы напряжения на обмотке I трансформатора в моменты закрывания транзистора VT1.

Транзистор VT2 обычно закрыт, но он открывается и шунтирует участок база—эмиттер транзистора VT1, если падение напряжения на резисторе R1 и, следовательно, эмиттерный ток транзистора VT1 превышают допустимое значение. Действующая по такому принципу защита транзистора от перегрузки по току была использована в [2].

К разрядному промежутку люминесцентной лампы EL1 приложено напряжение повышающей обмотки III трансформатора T1. Нити накала лампы подключены к его обмоткам IV и V через разделительные конденсаторы C4, C5.

Возможные замены транзистора КТ805БМ — КТ854А или КТ854Б. Транзистор КТ3102А можно заменить на КТ342А. Все конденсаторы — К73-17, резисторы — МЛТ. Дроссель L1 такой же, как в ранее рассмотренном двухтактном преобразователе.

Магнитопровод трансформатора T1 — ферритовый 2000НМ типоразмера Ш7×7 с немагнитным зазором 0,1 мм. Как и в предыдущем случае, соблюдая те же правила, первой на каркас наматывают повышающую обмотку III

тел. 208-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

(150 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,23 мм). От четвертых витков с каждой стороны обмотки делают отводы. Это накальные обмотки IV и V.

Изолировав повышающую обмотку, наматывают обмотку II (30 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,24 мм) и обмотку I (20 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,62 мм). Изоляционная пропитка готовой катушки обязательна.

Как и в предыдущем случае, мощность люминесцентной лампы может достигать 15...20 Вт, однако для изменения яркости ее свечения придется подбирать число витков обмотки III трансформатора. Порог срабатывания токовой защиты устанавливают подборкой резистора R1, который можно составить из нескольких резисторов, соединенных параллельно. Если в защите нет необходимости, резистор R1 заменяют перемычкой, а транзистор VT2 и резистор R2 не устанавливают. Минимального тока потребления добиваются подборкой числа витков дросселя L1, как и в первом варианте.

Для того чтобы питать рассмотренные преобразователи от сети 220 В 50 Гц, можно воспользоваться так называемым "электронным трансформатором", предназначенным для питания током высокой частоты низковольтных галогенных ламп накаливания, добавив к нему выпрямитель и сглаживающий фильтр, как показано на **рис. 3**. "Трансформатор" U1 желательно применить

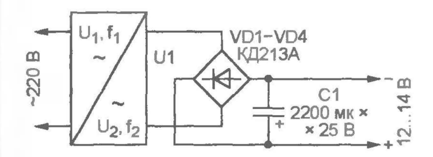


Рис. 3

со встроенными тепловой защитой и защитой от замыкания в нагрузке, что обычно указано на корпусе этого изделия. При сборке устройства два диода моста VD1—VD4 прижимают к металлическому корпусу "трансформатора" непосредственно, а два других — через изолирующие прокладки.

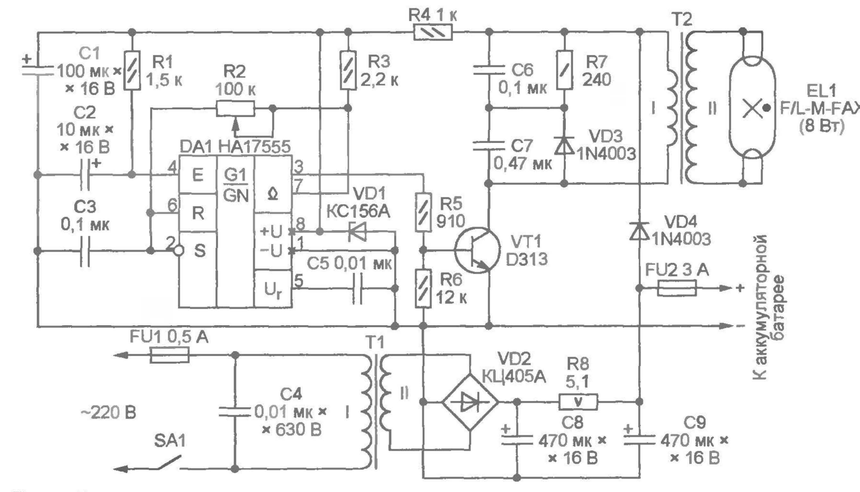


Рис. 4

ЛИТЕРАТУРА

1. **Поляков В.** Преобразователи напряжения. — Радио, 2001, № 4, с. 55, 56.

2. **Власов Ю.** Стабилизированный однотактный преобразователь напряжения. — Радио, 1999, № 3, с. 37—39.

* * *

В. КОНОВАЛОВ из г. Иркутска предлагает изготовить преобразователь для питания ультрафиолетовой люминесцентной лампы, извлеченной из отслужившего свой срок факсимильного аппарата. Это позволит, по его мнению, использовать такую лампу для дезинфекции помещений и других гигиенических процедур. В разработанном им устройстве лампа вспыхивает сразу после подачи напряжения питания, также возможна регулировка мощности ее излучения, температурный режим транзисторов не требует применения громоздких теплоотводов.

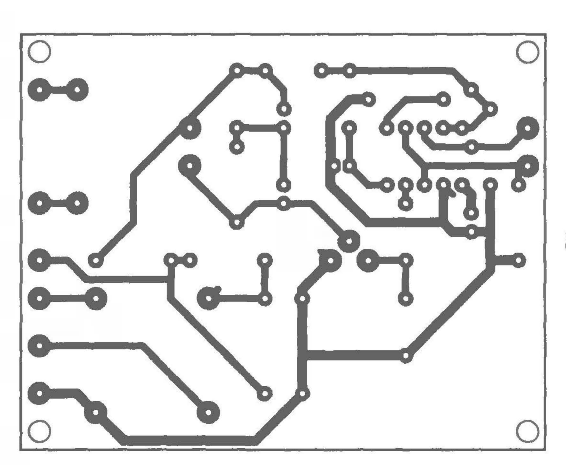
Схема устройства изображена на **рис. 4**. На экономичном интегральном таймере HA17555 (DA1), функционально аналогичном известному таймеру КР1006ВИ1, но изготовленном по технологии КМОП, собран мультивибратор. Частоту генерируемых им импульсов можно вычислить по формуле

$$F \approx \frac{1{,}4}{(R3 + 2 \cdot R2) \cdot C3}.$$

Переменным резистором R2 ее устанавливают равной приблизительно 1 кГц. При регулировке частоты изменяется мощность излучения лампы EL1.

Импульсы с вывода 3 таймера через резистор R5 поступают на базу мощного составного транзистора VT1. В моменты закрывания этого транзистора на обмотке II трансформатора T2 возникают импульсы амплитудой более 2000 В, которые пробивают разрядный промежуток лампы EL1 и вызывают ее свечение. Для защиты транзистора от выбросов напряжения на обмотке I трансформатора T2 параллельно ей подключена демпфирующая цепь VD3R7C6C7.

Питание устройства возможно как от сети 220 В (через выпрямитель на трансформаторе T1 и диодном мосте VD2), так и от аккумуляторной батареи напряжением 12 В. Когда выпрямитель включен, батарею рекомендуется отключать, иначе возможна ее перезаряд-



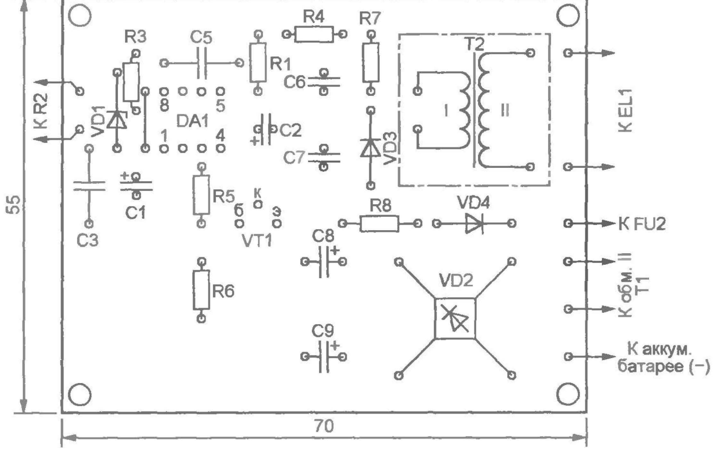


Рис. 5

Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 208-28-38

ка. Диод VD4 защищает от случайного подключения аккумуляторной батареи в неправильной полярности. Напряжение питания таймера стабилизировано с помощью стабилитрона VD1.

Односторонняя печатная плата преобразователя показана на **рис. 5**. При мощности лампы более 5 Вт транзистор VT1 желательно установить на теплоотвод размерами 50×20 мм. Полный аналог импортного транзистора D313 — отечественный КТ829А. Трансформатор Т2 с коэффициентом трансформации 1:30 взят из трансляционного громкоговорителя. Его понижающая обмотка включена в цепь коллектора транзистора VT1, а та, что раньше подключалась к радиотрансляционной сети, соединена с выводами электродов лампы EL1.

* * *

С. КОСЕНКО из г. Воронежа довелось исследовать вышедшую из строя энергосберегающую лампу LH26-AS мощностью 26 Вт со стандартным цоколем Е27. Электронная начинка лампы оказалась тривиальным двухтранзисторным автогенератором с насыщающимся трансформатором и ограничивающим ток лампы дросселем, аналогичным тем, что описаны в [3]. Поразили небрежность монтажа (во многих местах между печатными проводниками остались не удаленными продукты пайки) и отсутствие одного из основных элементов — позистора, обеспечивающего предварительный разогрев нитей накаливания лампы перед ее поджигом. Место для установки позистора, предусмотренное на плате, оставлено свободным.

Ремонт отказавшего электронного пускорегулирующего аппарата (ЭПРА) лампы, люминесцентная трубка которой оказалась вполне исправной, был признан нецелесообразным, так как присущие ему недостатки не давали надежды на длительную работу после ремонта. Взамен было решено изготовить новый ЭПРА на недавно появившейся в продаже сравнительно дешевой специализированной микросхеме IR2520D [4]. Имея всего восемь выводов, она не только поддерживает в заданных пределах ток и напряжение на лампе при прогреве, поджиге и в рабочем режиме, но и обладает рядом защитных функций.

Схема нового ЭПРА изображена на **рис. 6**. В нем учтены рекомендации, изложенные разработчиками микросхемы в интернет-публикации [5] и в других аналогичных документах. Диодный мост VD1 выпрямляет переменное сетевое напряжение. Конденсатор С2 — сглаживающий. Первичный бросок зарядного тока конденсатора С2 ограничивает резистор R1, а импульсные помехи ослабляет фильтр L1C1.

Сразу же после включения начинается зарядка конденсатора С4 током, текущим через резисторы R2 и R4. Как только напряжение на этом конденсаторе и между выводами 1 и 2 микросхемы DA1 достигнет 12,6 В, микросхема начнет генерировать импульсы, управляющие полевыми транзисторами VT1 и VT2. Зарядка конденсатора С4 будет продолжаться, пока напряжение на нем не достигнет 15,6 В — напряжения стабилизации встроенного в микросхему стабилитрона. Так как резисторы R2 и R4 обеспечивают ток, достаточный лишь для запуска микросхемы, в рабочем режиме ее питает выпрямитель выходного напряжения на диодах VD2, VD3 и конденсаторе С5.

Частота генерируемых импульсов зависит от сопротивления резистора R3 и от напряжения на выводе 4 микросхемы. Сразу после включения это напряжение равно нулю (конденсатор С3 разряжен), частота максимальна и равна 118,5 кГц (точка 1 на графике **рис. 7**). Резонансная частота контура L2C7 гораздо ниже (65,3 кГц), поэтому амплитуда переменного напряжения на не горящей пока лампе EL1 невелика. Ток высокой частоты течет через ее нити накаливания, прогревая их.

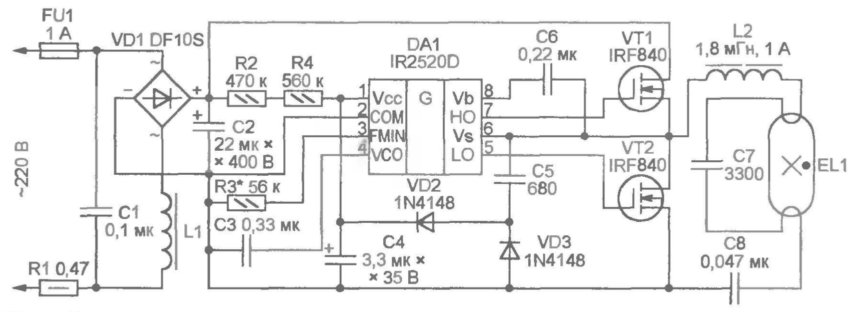


Рис. 6

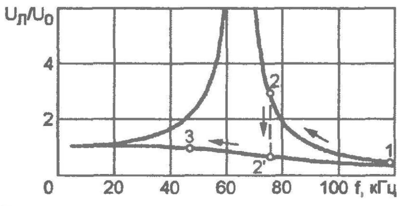


Рис. 7

По мере зарядки конденсатора С3 током, источником которого служит сама микросхема, частота генерируемых импульсов снижается (участок 1—2 на графике), напряжение на лампе и ток ее накала растут. Приблизительно через 1 с, когда напряжение на конденсаторе С3 достигнет 4,8 В, частота станет равной 75,5 кГц, а напряжение на лампе — 450 В, в результате в лампе возникнет газовый разряд и она вспыхнет.

Так как напряжение горения лампы гораздо ниже напряжения ее пробоя, рабочая точка на рис. 7 скачком переместится из точки 2 на синей кривой (соответствует погашенной лампе и высокой добротности колебательного контура L2C7) в точку 2' на красной кривой (лампа горит, добротность зашунтированного ее разрядным промежутком контура резко снизилась). Зарядка конденсатора С3 будет продолжаться, пока напряжение на выводе 4 микросхемы не достигнет 6 В, что соответствует частоте подаваемого на лампу напряжения 47,4 кГц. Это номинальный режим горения лампы (точка 3 на графике).

Встроенный в микросхему IR2520D узел контроля измеряет пропорциональное току, текущему через полевой транзистор VT2, падение напряжения на сопротивлении его открытого канала сток—исток. Если транзистор открывается, когда мгновенное значение тока нагрузки равно нулю, напряжение на выводе 4 микросхемы и зависящая от него частота колебаний остаются неизменными. Но в результате старения элементов или по другим причинам резонансная частота нагрузки может измениться. Следствием этого станет ненулевое значение тока, текущего через транзистор VT2 в первый момент после его открывания.

Обнаружив это, узел управления микросхемы начнет уменьшать напряжение на выводе 4, повышая этим частоту колебаний. Если для достижения нуля окажется недостаточно снижения напряжения на выводе 4 даже до 0,85 В (такое может случиться при нарушении контакта в держателе лампы или перегорании ее нити накала), микросхема перейдет в аварийный режим, закрыв транзисторы VT1 и VT2, разрядив конденсатор С3 и уменьшив потребляемый ток до 100 мкА. Для того чтобы выйти из этого режима, придется уменьшить напряжение питания (между выводами 1 и 2 микросхемы) до значения, меньшего 10 В, а затем вновь поднять его выше 12,6 В.

Если по достижении точки 2 (см. рис. 7) зажигания лампы не произошло в связи с ее неисправностью или отсутствием, уменьшение частоты колебаний продолжится, напряжение на конденсаторе С7 превысит допустимое значение и он может быть пробит. Возможно и насыщение магнитопровода дросселя L2. Установлено, что в таких условиях растет пик-фактор (отношение амплитудного значения к среднему) тока, текущего через открытый транзистор VT2. Используя сопротивление открытого канала этого транзистора как датчик тока, узел контроля микросхемы измеряет пик-фактор. При его усредненном за 10—20 периодов колебаний значении более пяти микросхема перейдет в описанный ранее аварийный режим.

Из других особенностей микросхемы IR2520D следует отметить наличие "бутстрепного" полевого транзистора, а не диода между выводами 8 и 1. Открывает и закрывает этот транзистор сигнал, вырабатываемый внутри микросхемы. Это обеспечивает высокую скорость переключения и малые потери энергии на сопротивлении открытого канала транзистора.

тел. 208-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Во вновь изготавливаемом ЭПРА решено использовать в качестве L2 дроссель от неисправного ЭПРА лампы LH26-AS, индуктивность которого была измерена и оказалась равной 2,5 мГн. Для того чтобы уменьшить ее до требуемых 1,8 мГн (методика расчета изложена в [6]), пришлось увеличить немагнитный зазор в магнитопроводе дросселя.

Как выяснилось, каркас с обмоткой зафиксирован на магнитопроводе электроизоляционным лаком. Чтобы размягчить лак, дроссель был примерно на полчаса помещен выводами вниз на дно закрытого сосуда, в который слоем глубиной 3...4 мм был налит ацетон. После этого осторожным покачиванием удалось ослабить ранее прочные соединения. Затем без всякого нагревания две половины магнитопровода были извлечены из каркаса с обмоткой, для этого потребовалось лишь удалить скреплявшую их липкую ленту.

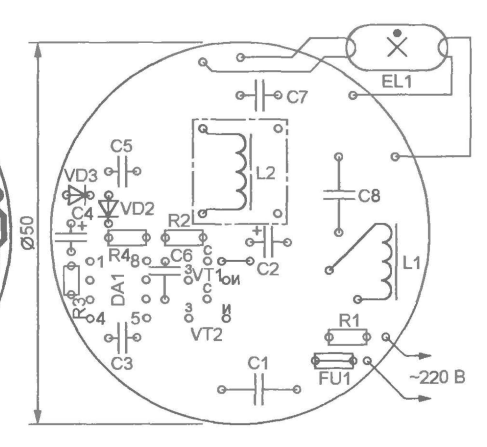


Рис. 8

Длина воздушного зазора на центральном стержне магнитопровода была равна 1 мм. Чтобы без перемотки снизить индуктивность дросселя, в стыки боковых стержней половин магнитопровода пришлось вставить прокладки из немагнитного материала толщиной по 0,25 мм. Измеренная после сборки индуктивность дросселя — 1,78 мГн. Как показали испытания и последующая эксплуатация ЭПРА, переделка оказалась успешной.

При отсутствии измерителя индуктивности можно с помощью подходящих генератора и вольтметра (или осциллографа) проверить резонансную частоту контура L2C7. Она должна быть близкой к 65 кГц.

Все элементы устройства смонтированы на односторонней печатной плате, показанной на **рис. 8**. Для микросхемы DA1 на плате можно предусмотреть 8-контактную панель. Выводы оксидного конденсатора C2 не обрезают, а изолируют полихлорвиниловой трубкой на всю длину и впаивают их концы в плату. Этот конденсатор устанавливают так, чтобы он, опираясь на транзистор VT1 и дроссель L2, возвышался над платой, а при сборке лампы вошел в ее пустотелый цоколь.

Дроссель L1 — магнитопровод "гантель" наружным диаметром 7...10 мм, заполненный проводом ПЭВ-2 диаметром 0,21 мм. Он изолирован термоусаживаемой трубкой. Диодный мост VD1 в исполнении для поверхностного монтажа установлен на стороне печатных проводников платы. Его можно заменить обычным в корпусе DIP или отдельными диодами с обратным напряжением не менее 400 В и с прямым током 1 А, но для этого печатную плату потребуется переделать.

Резистор R1 — KNP-50. Конденсаторы C1 и C8 — К73-17 на напряжение 630 В, C4 — TDC (танталовый с радиальными выводами), C5 и C7 — импортные дисковые керамические диаметром 7 мм с рабочим напряжением 2 кВ. К остальным резисторам и конденсаторам особых требований не предъявляется. Транзисторы установлены без теплоотводов. После монтажа элементов плату рекомендуется покрыть несколькими слоями электроизоляционного лака.

Включив ЭПРА с лампой и убедившись, что он работает, можно по изложенной в [7] методике определить потребляемую лампой мощность. Для этого последовательно в цепь лампы потребуется временно включить токоизмерительный резистор сопротивлением 1 Ом. Если мощность не соответствует номинальной, ее можно изменить, подбирая резистор R3. С увеличением его сопротивления частота приложенного к лампе напряжения уменьшается, а мощность растет.

ЛИТЕРАТУРА

3. **Стрюков В.** Малогабаритный блок питания — из электронного балласта. — Радио, 2004, № 3, с. 38, 39.

4. Adaptive Ballast Control IC IR2520D. — **<www.irf.com/product-info/datasheets/data/ir2520d.pdf>**.

5. **Contenti C.** CFL Ballast for 26W/Spiral Lamp, 220 VAC Input. Reference Design. — **<http://www.irf.com/technical-info/refdesigns/irplcfl5e.pdf>**.

6. **Green P.** Ballast Design Software. — **<http://www.irf.com/technical-info/whitepaper/ballastsoftpcim02.pdf>**.

7. **Косенко С.** Электронный пускорегулирующий аппарат для двух ламп ЛБ40-2. — Радио, 2006, № 7, с. 44—46.

* * *

С. СТУПИН из г. Сатка Челябинской обл. разработал экономичный преобразователь для питания люминесцентной лампы от аккумуляторной батареи на известной по применению в компьютерных блоках питания микросхеме TL494CN (отечественный аналог — КР1114ЕУ4). Этот ШИ контроллер способен работать в широком интервале питающего напряжения и содержит все необходимое для создания ЭПРА. Его подробное описание можно найти в [8].

Микросхема в рассматриваемом преобразователе работает в однотактном режиме (на выводе 13 низкий уровень), в котором частота выходных импульсов равна частоте внутреннего тактового генератора, устанавливаемой с помощью всего двух элементов: конденсатора C_T и резистора R_T, подключенных соответственно к выводам 5 и 6 микросхемы. Частоту определяют по формуле

$$F = \frac{1,1}{R_T \cdot C_T}.$$

Опытным путем было выяснено, что оптимальное для люминесцентной лампы ее значение лежит в пределах от 55 до 65 кГц.

Схема ЭПРА изображена на **рис. 9**. Он представляет собой обратноходовый инвертор, принцип действия которого описан, например, в [9]. Работая с лампой ЛБ-18, инвертор потребляет ток от 0,6 до 1,2 А.

После подачи питающего напряжения коэффициент заполнения импульсов, генерируемых микросхемой DA1, задает резистивный делитель напряжения R5R6. При зажигании лампы EL1 вступает в действие обратная связь по току транзистора VT1, в цепь эмиттера которого включена первичная обмотка трансформатора тока T2. Пропорциональное среднему значению тока постоянное напряжение поступает на неинвертирующий вход одного из усилителей сигнала ошибки микросхемы DA1. На инвертирующий вход того же усилителя поступает напряжение сравнения с резистивного делителя R1—R3. Изменяя с помощью переменного резистора R1 напряжение сравнения, можно регулировать поддерживаемые за счет обратной связи значения тока транзистора VT1 и лампы EL1.

Если пределы регулирования яркости лампы переменным резистором R1 недостаточны или чрезмерны, их можно изменить подборкой резистора R10, от которого зависит коэффициент пропорциональности между эмиттерным током транзистора VT1 и напряжением, поступающим на вывод 1 микросхемы DA1. Чем больше сопротивление резистора R10, тем меньше при прочих равных условиях яркость.

Обмотки импульсного трансформатора T1 намотаны на кольцевом магнитопроводе из феррита 2000НМ1-36 типоразмера К36×16×9, в котором сделан пропил шириной 1,6 мм — немагнитный зазор, предотвращающий насыщение магнитопровода. Обмотка I содержит 25 витков жгута из четырех проводов ПЭВ-2 диаметром 0,4 мм. Ее наматывают первой, равномерно размещая витки по окружности предварительно изоли-

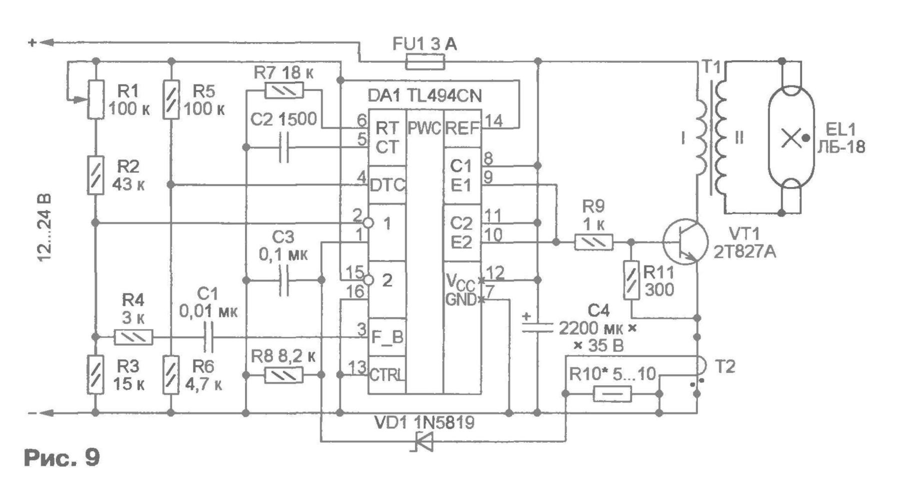


Рис. 9

рованного лавсановой лентой магнитопровода. Готовую обмотку I изолируют аналогичным образом, затем наматывают обмотку II (250 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,27 мм) виток к витку, изолируя каждый ее слой от предыдущего.

Трансформатор тока T2 — на кольцевом магнитопроводе из феррита 2000НМ1-36 типоразмера К10×6×4,5. Его вторичная обмотка (подключенная к резистору R10) намотана проводом ПЭЛШО диаметром 0,5 мм, в ней 20 витков, равномерно уложенных по окружности магнитопровода. Первичная обмотка — провод, соединяющий эмиттер транзистора VT1 с минусом источника питания, пропущенный в отверстие магнитопровода. О расчете и изготовлении трансформатора тока можно прочитать в [10]. Необходимо строго соблюдать указанную на схеме полярность подключения обмоток этого трансформатора. Иначе никакой стабилизации тока не будет, а его значение возрастет в несколько раз.

В качестве теплоотвода для транзистора VT1 автор использовал отрезок алюминиевого уголка 35×10 мм длиной 100 мм, одна из полок уголка прижата к металлическому корпусу светильника, что увеличивает эффективность отвода тепла. Корпус транзистора изолирован от теплоотвода слюдяной прокладкой и диэлектрическими втулками.

Следует отметить, что замена транзистора 2T827A аналогичным транзистором широкого применения КТ827А не принесла успеха. Этот транзистор перегревался, и после нескольких включений лампа переставала зажигаться. Не подошли и транзисторы КТ898А1, КТ848А.

Попытка решить проблему увеличением коэффициента трансформации трансформатора T2 привела к тому, что лампа стала гореть не только во время "обратного", но и во время "прямого" хода преобразователя. Это было хорошо заметно по скачкообразному изменению яркости при плавной регулировке напряжения питания. В результате было решено остановиться на описанном варианте ЭПРА.

ЛИТЕРАТУРА

8. Интегральные микросхемы: Микросхемы для импульсных источников питания и их применение. — М.: ДОДЭКА, 1997.

9. **Митрофанов А., Щеголев А.** Импульсные источники вторичного электропитания в бытовой радиоаппаратуре. — М.: Радио и связь, 1985.

10. **Володин В.** Инверторный источник сварочного тока. — Радио, 2003, № 9, с. 32—34.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Экономичный радиоканал в охранной системе

Ю. ВИНОГРАДОВ, г. Москва

Радиоканал в мобильных охранных системах используют уже давно. Как показывает практика, он весьма перспективен и для охраны дачных участков и других как больших, так и незначительных территорий. Даже при очень малой протяженности канала такая система при известных условиях может быть весьма эффективной. Примером тому может служить "Проект "Незабудка"("Радио", 1997, № 10).

Охранные датчики, вынесенные на периферию охраняемой зоны, далеко не всегда могут быть связаны с центром проводной линией связи. Не потянешь, например, провод в соседнюю многоэтажку, часто непреодолимым препятствием оказывается не только городской проспект, но и проселочная дорога...

Конечно, такие расстояния для радио — не проблема. Надежную связь обеспечит передатчик малой мощности (милливатты) даже с приемником невысокой чувствительности. Проверка автором описываемого ниже устройства показала уверенную работу радиоканала при незначительном уровне излучаемых помех*.

Но высокие требования в части энергоэкономичности, которые предъявляются к любому автономно работающему элементу охранной системы, должны быть отнесены, конечно, и к передатчику.

На **рис. 1** показана принципиальная схема радиопередатчика малого энергопотребления, которым может быть дополнен любой датчик охранной системы. Его задающий ВЧ генератор, собранный на транзисторе VT1 и кварцевом резонаторе ZQ1, возбуждается на частоте f_{ZQ1} = 26945 кГц при появлении сигнала высокого уровня на выходе элемента DD1.4. Усилитель мощности выполнен на транзисторе VT2. Его колебательный контур L1C7 настроен на ту же частоту f_{ZQ1}.

Если на входы А и Б передатчика подано напряжение низкого уровня, то на выходе элемента DD1.4 также устанавливается напряжение низкого уровня, закрывающее оба транзистора, и потребляемый передатчиком ток становится близким к нулю. Это — режим ожидания, дежурный режим.

Если датчик устроен так, что при срабатывании формирует продолжительный сигнал высокого уровня, то этот датчик следует подключить к входу А. Тогда мультивибратор, собранный на элементах DD1.1, DD1.2, возбудится на частоте около F = 0,7 Гц. Спады импульсов на выходе элемента DD1.2 дифференцирующая цепь R5C2 преобразует в короткие — длительностью $t_{имп} \approx 20$ мс — импульсы низкого уровня, поступающие на верхний по схеме вход элемента DD1.4. На выходе этого элемента возникают единичные импульсы, создающие условия возбуждения передатчика.

И пока на входе А передатчика высокий уровень, антенна излучает короткие пачки высокочастотных импульсов, разделенные паузами.

Положив время вхождения в режим кварцованного автогенератора равным $t_ф \approx Q_{ZQ1}/f_{ZQ1}$ и добротность кварцевого резонатора равной Q_{ZQ1} = 100000, получим $t_ф \approx 4$ мс. Это значит, что пачка высокочастотных импульсов передатчика станет на несколько миллисекунд короче $t_{имп}$.

Если датчик сам формирует единичные импульсы (это могут быть, например, импульсы длительностью

* *Этого не скажешь про появившиеся в продаже так называемые "радиозвонки". Мало того что "дальнобойность" всех проверенных на практике устройств оказалась много меньше обещанной (7...20 м вместо рекламных 100), так паразитное излучение сверхрегенеративного приемника забивало и все каналы связного диапазона 430 МГц (Прим. авт.).*

$t_{имп}$ = 15...20 мс датчика ионизирующего излучения), то его подключают к входу Б передатчика. И каждый из этих импульсов преобразуется в ВЧ пачку длительностью около ($t_{имп} - t_ф$).

К попытке увеличить $t_{имп}$ увеличением емкости конденсатора С2 следует отнестись с осторожностью. Увеличивающаяся длительность тока его перезарядки может привести к перегреву и выходу из строя микросхемы. Для того чтобы избежать опасности, достаточно включить резистор сопротивлением 5,1...9,1 кОм последовательно конденсатору С2.

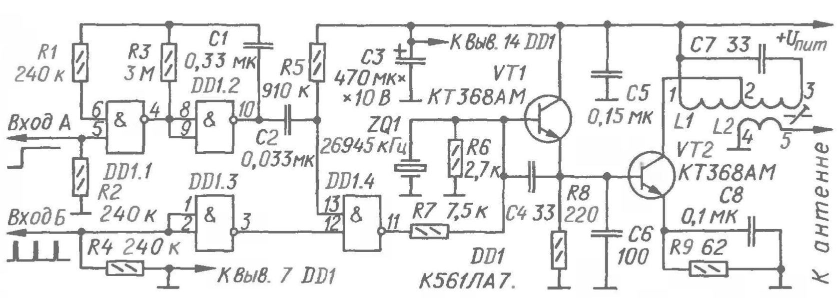


Рис. 1

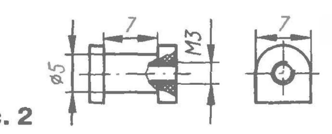


Рис. 2

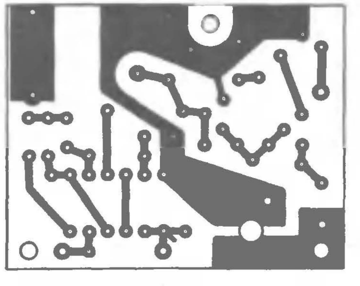
Все резисторы в передатчике — МЛТ-0,125. Конденсаторы: С1, С2, С5, С8 — КМ-6; С4, С6, С7 — КД; С3 — любой оксидный диаметром не более 8 мм.

Катушку L1 наматывают проводом ПЭВ-2 0,33. Она содержит 16 уложенных в один ряд витков с отводом от середины. Катушку L2 — 4 витка провода ПЭШО 0,2 — наматывают поверх витков катушки L1 со стороны вывода 1. Каркас — пластмассовый, его чертеж изображен на **рис. 2**. Карбонильный подстроечник М3×8 мм ввинчивают в осевое отверстие каркаса, имеющее резьбу М3.

Передатчик монтируют на плате, которую изготавливают из фольгированного с обеих сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы представлен на **рис. 3**. Фольга под деталями (на рис. 3 не показана) использована в качестве экрана и общего провода. Точки соединения с ней выводов некоторых деталей обозначены черными квадратами. Все отверстия в фольге экрана для пропуска выводов деталей должны быть раззенкованы, чтобы исключить замыкание выводов на общий провод. С той же целью вокруг отверстий под конденсатор С3 и для впаивания проводов внешних соединений (кроме минусового провода питания) фольгу следует удалить на ширину 2 мм от краев. Минусовый вывод от платы необходимо опаять с обеих ее сторон.

Под опоры каркаса катушек L1, L2 следует ввести по капле клея. Кварцевый резонатор — РГ-05, малогабаритный, в металлическом корпусе. Его крепят к плате проволочной скобой.

Плату тремя винтами М2 прикрепляют к пластине из ударопрочного полистирола толщиной 3 мм, которая будет служить передней панелью передатчика. На ней же устанавливают и подключают к катушке L2 антенное гнездо коаксиального разъема СР-50-73Ф. Сзади плата прикрыта кожухом — пластмассовой коробкой подходящих размеров. На передней панели может быть установлена и плата датчика.



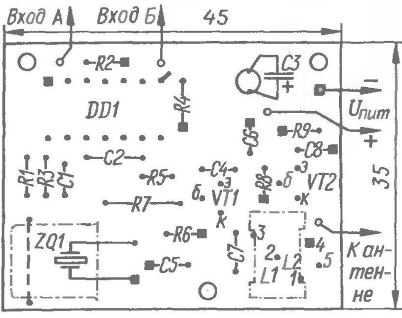


Рис. 3

Для передатчика подойдет любая антенна от портативной Си-Би радиостанции с проволочным противовесом длиной 1...1,5 м — электрическим эквивалентом отсутствующего оператора. Конечно, антенна может быть и полноразмерной, но это приведет к существенному увеличению "дальнобойности" передатчика, что, скорее всего, будет излишним.

При налаживании передатчика к антенному разъему подключают эквивалент антенны — резистор $R_н$ = 50 Ом, а к нему — высокочастотный (не менее 30 МГц) вольтметр. Для контроля напряжения питания и потребляемого тока можно использовать любые вольтметр и миллиамперметр постоянного тока.

Вход Б соединяют временной проволочной перемычкой с плюсовым проводом питания и, перемещая подстроечник в катушке, настраивают контур L1C7 на частоту кварцевого резонатора по максимуму показаний ВЧ вольтметра. Если он ничего не показывает, тогда заменяют резонатор ZQ1.

По показаниям прибора вычисляют излучаемую мощность $P_{изл}$. Ее рассчитывают по формуле

$$P_{изл} = U^2_{изм}/50,$$

где $P_{изл}$ — в ваттах; $U_{изм}$ — измеренное эффективное значение ВЧ напряжения, в вольтах.

Далее с плюсовым проводом питания перемычкой соединяют вход А (вход Б отключают) и измеряют потребляемый ток в импульсном режиме. Результаты должны быть близки к показанным в **таблице**.

$U_{пит}$, В	$I_{потр}$, мА, при высоком уровне		$P_{изл}$, мВт
	на входе Б	на входе А	
9	33	0,9	110
8	30	0,7	88
7	23	0,5	58
6	18	0,35	35
5	11	0,18	17
4,2	5	0,08	≈ 2

Если к антенному выходу передатчика, нагруженному антенной или ее эквивалентом, подключить высокочастотный осциллограф (не менее 30 МГц), то настройку контура и оценку мощности излучения можно выполнить непосредственно по изображению высокочастотного импульса на экране. Для настройки годится и осциллограф С1-95, который не только "видит" высокочастотный импульс, но и хорошо синхронизируется им в ждущем режиме. Проконтролировать высокочастотные импульсы на катушке L2 полезно в любом случае, поскольку в передатчике такой структуры время вхождения в режим зависит и от степени согласования с антенной.

Ток, потребляемый передатчиком в дежурном режиме, когда на входах А и Б низкий уровень, не превышает 10 мкА, а при $U_{пит}$ = 6 В — менее 1 мкА. Самый экономичный режим работы передатчика — с управлением по входу Б. Так, литиевой батареи емкостью 1 А·ч обычно хватает на несколько лет непрерывной работы.

В зависимости от конкретных условий охранной задачи совместно с передатчиком могут работать различные датчики. Разным может быть и число передатчиков. Рассмотрение конструкции и работы датчиков оставлено за рамками этой статьи. Приемник в системе, как правило, один, хотя в отдельных случаях их тоже может быть несколько.

Сигналы передатчика способен принять практически любой радиоприемник. Однако далеко не всякий окажется пригодным по энергопотреблению — одному из наиболее важных в охранной технике показателю.

В приемниках такого назначения особого внимания заслуживает техника прямого преобразования радиосигнала, замечательная тем, что основное его усиление происходит в УНЧ [1]. Принципиальная схема такого приемника, разработанного для совместной работы с описанным выше передатчиком, изображена на **рис. 4**.

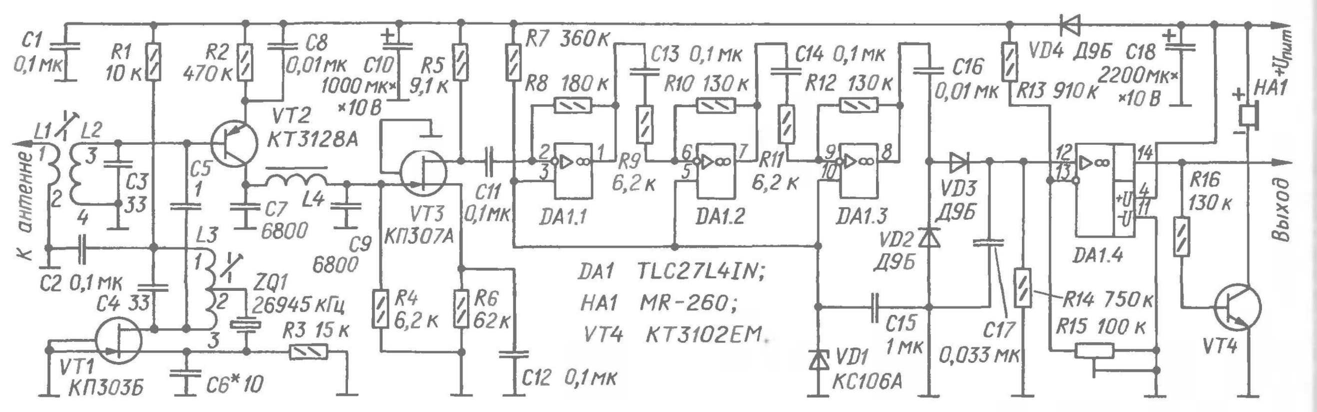


Рис. 4

Индуктивно связанный с антенной контур L2C3 настроен на частоту принимаемого сигнала f_c = 26945 кГц. Гетеродин приемника, собранный на транзисторе VT1, работает на частоте кварцевого резонатора ZQ1 $f_г$, близкой к f_c. На эту же частоту настроен и контур L3C4.

Эфирный сигнал и сигнал гетеродина поступают на смеситель — на базу транзистора VT2, на нагрузке которого — П-фильтре C7L4C9R4 — возникает разностный сигнал ЗЧ $|f_c - f_г|$. Разностную частоту устанавливают подборкой подходящих кварцевых резонаторов в задающем генераторе передатчика и в гетеродине приемника. Это нетрудно сделать, поскольку разброс значений частоты у доступных радиолюбителю резонаторов довольно широк. К тому же частота возбуждения кварцованного генератора зависит не только от резонатора, но и от схемы его включения, настройки связанных с ним колебательных контуров, подключенных непосредственно к резонатору реактивных элементов.

Подборкой пары резонаторов, а при необходимости — их подстройкой, установим в системе разностную частоту $|f_c - f_г|$ = 1,3...1,4 кГц. Частота среза $f_{ср}$ П-фильтра — верхняя граница его окна прозрачности — зависит от номиналов элементов C7, C9, L4 и R4 [1, с. 71]: $C7 = C9 = 1/2\pi \cdot f_{ср} \cdot R4$; $L4 = R4/\pi \cdot f_{ср}$. Примем R4 = 6,2 кОм и $f_{ср}$ = 4 кГц, тогда C7 = C9 = 6800 пФ и L4 = 0,5 Гн.

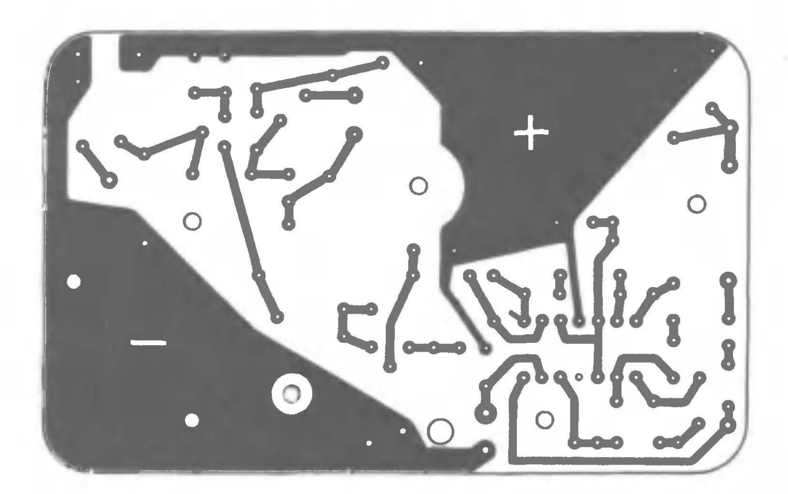
Входная ступень усилителя ЗЧ выполнена на полевом транзисторе VT3, а следующие за ней три ступени — на ОУ DA1.1—DA1.3. С низкочастотной стороны полоса усилителя ограничена емкостью конденсаторов C11, C13, C14, а с высокочастотной — отношением $f_1/K_U \approx 4{,}5$ кГц, где f_1 = 100 кГц — высшая частота "единичного" усиления использованных ОУ; $K_U \approx 22$ — усиление ступени.

Опыт показал, что реально усилитель ЗЧ имеет частотную полосу 0,4...2,3 кГц, коэффициент усиления по напряжению от затвора транзистора VT3 до выхода ОУ DA1.3 — 30000 и напряжение шумов на входе (включая шумы смесителя) $U_ш$ = 1...1,5 мкВ.

В результате преобразования радиосигнала и усиления на выходе ОУ DA1.3 возникают радиоимпульсы, которые поступают на детектор C16VD2VD3C17R14 и в виде видеоимпульса — на неинвертирующий вход ОУ DA1.4. Если на инвертирующем входе этого ОУ установлено (резистором R15) напряжение $U_и$, превышающее фоновые флуктуации напряжения $U_н$ на неинвертирующем, то выходное напряжение $U_в$ ОУ будет $U_в \approx 0$, если $U_н < U_и$, и $U_в \approx +(U_{пит} - 0{,}7\ В)$, если $U_н > U_и$.

Так, переходом выходного напряжения от близкого к нулю к близкому к $U_{пит}$ приемник отреагирует на прием радиоимпульса. Это может быть подтверждено звуковым сигналом, если дополнить выходную цепь приемника ступенью на транзисторе VT4, нагруженном активным пьезоизлучателем HA1.

Печатную плату приемника изготавливают из фольгированного с обеих сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы показан на **рис. 5**. Плата приемника во многом конструктивно подобна плате передатчика. Квадратами с белой точкой обозначены отверстия, в которые нужно запаять проволочные перемычки, соединяющие фольгу обеих сторон платы.



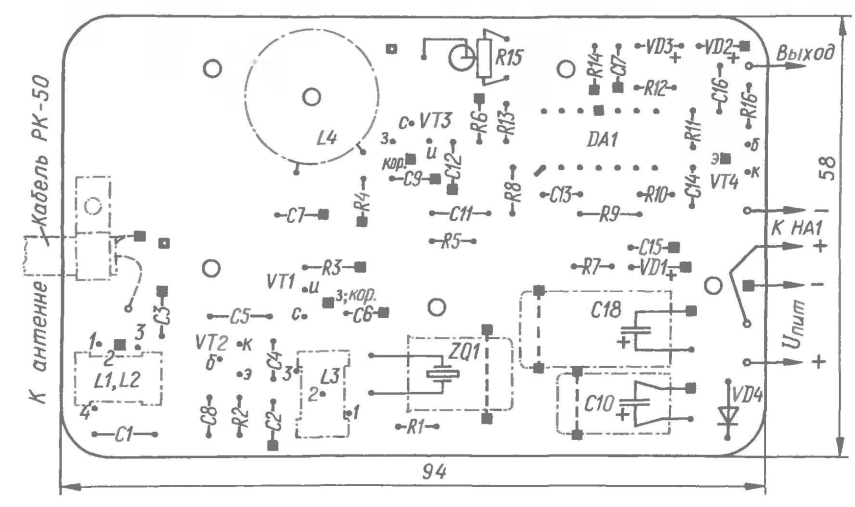


Рис. 5

Катушки L1, L2 и L3 намотаны на двух одинаковых каркасах, аналогичных показанному на рис. 2. Катушка L2 содержит 16 витков провода ПЭВ-2 0,33. Катушку L1 — 2 витка провода ПЭШО диаметром 0,2—0,25 мм — наматывают поверх катушки L2 со стороны "заземленного" вывода. Катушка L3 — 16 витков провода ПЭВ-2 0,33; отвод — от ее середины. Оба каркаса снабжены подстроечниками М3×8 из карбонильного железа.

Катушка L4 намотана на кольце типоразмера К16×12×5 из феррита М3000НМ. Перед намоткой ребра кольца необходимо притупить наждачной бумагой и покрыть его двумя-тремя слоями лака. Число витков — 500, индуктивность — около 500 мГн. При другом магнитопроводе число витков N подсчитывают по формуле

$$N \approx 280 \sqrt{L \cdot l_{ср} / \mu \cdot S},$$

где L — индуктивность катушки, мГн; $l_{ср}$ — длина средней магнитной линии магнитопровода, см; μ — его магнитная проницаемость, отн. единиц; S — площадь поперечного сечения магнитопровода, $см^2$.

Намотку выполняют тонким проводом, например, ПЭВ-2 0,07. Готовую катушку помещают между двумя резиновыми дисками и крепят к плате винтом.

Кварцевый резонатор ZQ1 такой же, как в передатчике. В температурном интервале −10...+60 °С его ТКЧ остается в пределах $\pm 0{,}36 \cdot 10^{-6}$ $°C^{-1}$ [2]. Нетрудно убедиться в том, что настройка $|f_с - f_г|$ останется в полосе усилителя ЗЧ при температурном дрейфе в несколько десятков градусов даже при самом неблагоприятном сочетании ТКЧ обоих резонаторов.

Все постоянные резисторы приемника — МЛТ-0,125, подстроечный R15 — СПЗ-38б. Конденсаторы С1, С2, С8, С11—С16, С17 — КМ-6 или К10-17б; С3—С6 — КД-1 или импортные; С7, С9 должны иметь ТКЕ не хуже Н30; С10, С18 — любые оксидные подходящих размеров (на плате их монтируют в положении лежа). Для тех, у кого возникли сложности с приобретением энергоэкономичной микросхемы TLC27L4IN, сообщаем, что среди приборов групп TLC и ALD [3] можно найти и другие полные ее функциональные аналоги. Непосредственно на плате может быть размещен и антенный разъем СР-50-73ФВ.

Плату приемника помещают в жестяную коробку, служащую одновременно экраном. Подойдет и пластмассовая коробка, но ее необходимо оклеить изнутри фольгой (лучше медной) и соединить ее с общим проводом приемника. В коробке можно выделить отсек для установки батареи питания.

Приемник настраивают по сигналам расположенного поблизости своего передатчика, который устанавливают в режим периодического излучения коротких радиоимпульсов (высокий уровень напряжения на входе А). Если высокочастотные контуры приемника не слишком расстроены, импульсы передатчика станут слышны сразу.

В противном случае выясняют, возбуждается ли гетеродин. Это можно сделать с помощью портативной Си-Би радиостанции, имеющей S-метр. Станцию размещают поблизости и устанавливают на прием в канале 39 сетки В (частота — 26945 кГц). При работающем гетеродине S-метр покажет не менее 8...9 баллов.

Скорее всего, для возбуждения гетеродина окажется достаточным лишь подстроить его контур L3C4. Может быть, потребуется уточнить емкость конденсатора С6. Правда, очень плохо возбуждающимся (а то и просто неисправным) может оказаться сам кварцевый резонатор. Гетеродин должен устойчиво работать во всем интервале возможных значений напряжения питания.

К выходу ОУ DA1.2 подключают осциллограф и в ждущем режиме по изображению на экране низкочастотной пачки устанавливают значение разностной частоты $|f_с - f_г|$. При необходимости ее выводят на середину полосы усилителя ЗЧ.

Завершают процесс настройкой контура L2C3 на максимум амплитуды низкочастотных пачек. Эту операцию необходимо выполнять диэлектрической отверткой.

Если передатчик перевести в режим непрерывного излучения, приемник можно настроить и без осциллографа. К выходу ОУ DA1.2 подключают любой усилитель ЗЧ с динамической головкой на выходе, а к конденсатору С17 — цифровой вольтметр (сопротивление на шкале 1 В не меньше 1 МОм). Разностную частоту $|f_с - f_г|$ оценивают "на слух" или измеряют частотомером мультиметра.

Для приемника годится любая пятидесятиомная Си-Би антенна. Возможно, будет достаточно и просто подключенного к антенному гнезду короткого отрезка провода.

В заключение проверяют способность приемника работать в заданном интервале напряжения питания и по потребляемому току оценивают его энергоэкономичность. Так авторский экземпляр приемника потребляет от источника питания напряжением 9 В ток 0,21 мА, при 8 В — 0,18 мА, при 6 В — 0,13 мА, при 4,3 В — 0,11 мА. С источником питания емкостью 1,4 А·ч (шестивольтная литиевая батарея DL223A или DL245) такой приемник может непрерывно работать более года.

Если передатчик установить в режим непрерывного излучения и включать питание кнопкой, то приемник станет реагировать на это акустическим сигналом соответствующей длительности, генерируемым пьезоизлучателем НА1. Иначе говоря, система будет работать обычным радиозвонком. Пьезоизлучатель MR-260 можно заменить более громким при условии, что потребляемый им ток не превысит 20...25 мА.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Поляков В. Т.** Трансиверы прямого преобразования. — М.: ДОСААФ, 1984.

2. **Мартынов В. А., Райков П. Н.** Кварцевые резонаторы. — М.: Сов. Радио, 1976, с. 31.

3. TUUTA. Операционные усилители: Справочник. — М.: Патриот, 1996, 232 с.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Как известно, существуют два основных способа формирования тембров в электромузыкальных инструментах — гармонический и формантный. Гармонический способ характерен постоянством амплитудного спектра звуковых колебаний в музыкальном диапазоне. Будучи традиционным для терменвокса, этот способ находит применение до сих пор, хотя и определяет сравнительно небольшую группу голосовых тембров, напоминающих пение человека с закрытым ртом.

Формантному способу присуще усиление обертонов в относительно узких частотных полосах, называемых формантами. Классические музыкальные инструменты формантами обязаны своей конструкции, содержащей набор резонаторов с определенными значениями частоты. В электромузыкальных инструментах (ЭМИ) форманты создают искусственно, с помощью электрических контуров (формантных фильтров), возбуждаемых периодической последовательностью импульсов напряжения определенной формы с развитым спектральным составом. Очевидно, что только формантный способ темброобразования может обеспечить ЭМИ высококачественную имитацию звучания классических инструментов.

Мастер выразительной игры на терменвоксе К. Ковальский, отдавая должное голосовым тембрам терменвокса как традиционным, в то же время считал необходимым введение в ЭМИ определенного ассортимента инструментальных тембров. Не требуя точного копирования тембров, он указывал лишь на обязательность подчеркивания характерности звучания инструментов.

Впервые формантный способ темброобразования в терменвоксе был применен в начале семидесятых годов прошлого века [1]. Тогда "прописку" в набор тембров получили представители основных групп инструментов симфонического оркестра с возможностью реализации таких важных музыкальных исполнительских приемов, как вибрато, пиццикато, трель, стаккато [2], органически свойственных школе игры на терменвоксе Ковальского.

Наиболее полное развитие формантный способ получил в [3], где наряду с традиционными голосовыми тембрами введены и инструментальные, передающие звучание скрипки, виолончели, гобоя, трубы и валторны. Этот инструмент находит применение и в настоящее время при обучении школьников игре на терменвоксе в московской школе № 1159.

Поставленная выше задача формирования инструментальных тембров в терменвоксе при максимальной простоте схемотехнического решения и приемлемых пределов их "живучести" решена путем тщательного формирования импульсов, возбуждающих формантные цепи, и применения для каждого тембра одноконтурной формантной цепи пониженной добротности. Так, для формирования тембра валторны наиболее подходят импульсы прямоугольной формы со скважностью 4...5. Соответствующий фильтр должен иметь выраженную форманту в области

Формантный способ темброобразования в терменвоксе

Л. КОРОЛЕВ, г. Москва

В этой статье известный автор ряда практических конструкций отечественного терменвокса — электромузыкального инструмента, изобретенного в начале прошлого века русским инженером Л. Терменом, — рассказывает о некоторых проблемах темброобразования.

350...400 Гц. Для гобоя и трубы оптимальное возбуждающее напряжение должно иметь форму экспоненциальных импульсов длительностью 0,1...0,2 мс и форманты в области 1200...1500 Гц и 2000...2500 Гц соответственно. Тембрам смычковых инструментов характерно подавление амплитуды гармоник в области 1500 Гц, а приемлемая форма импульсов возбуждения — прямоугольные короткие с изменяемой в музыкальном диапазоне длительностью.

Все формантные цепи в [1, 3] построены на низкочастотных LC-контурах с ферритовыми магнитопроводами. Однако целый ряд общеизвестных недостатков ферритов, в частности таких, как невозможность обработки сигналов большого уровня и чувствительность к внешним магнитным полям, накладывают существенные ограничения на дальнейшее развитие терменвокса. Попытки конструирования малогабаритных, например, устройств такого рода заставили искать другие технические решения.

Активные же фильтры свободны от указанных и многих других недостатков. Единственный упрек активным фильтрам выражается, пожалуй, в повышенной сложности настройки, поскольку они состоят из сравнительно большого числа деталей, влияющих на выходные параметры фильтра. Однако при современной оснащенности радиолюбителя приборами этот недостаток не столь существенен.

На **рис. 1** показана принципиальная схема устройства формирования пяти тембров, соответствующих звучанию смычковых, флейты, гобоя, трубы и валторны. Импульсные преобразователи, собранные на ОУ DA1, таймере DA2 и транзисторах VT1—VT3, вырабатывают три последовательности — прямоугольных импульсов с варьируемой длительностью для возбуждения формантной цепи смычковых, состоящей из элементов R23—R28, C7, C13—C16, экспоненциальных импульсов для возбуждения формантных цепей флейты R29—R31, C17, C18, гобоя R32—R38, C19—C22, VT4, трубы R39—R45, C23—C26, VT5 и прямоугольных импульсов со скважностью 4...5 для возбуждения формантной цепи валторны R46—R52, C27—C30, VT6.

Устройство может быть применено для работы в составе инструмента, описанного в [2]. Большое входное сопротивление (около 30 кОм) позволяет подключить импульсные преобразователи непосредственно к выходу фильтра детектора биений терменвокса. Соединять формирователь с терменвоксом следует экранированным кабелем. Операционный усилитель DA1 включен по схеме триггера Шмитта с однополярным питанием. Искусственную нулевую точку создают резисторы R4, R5.

Последовательный фильтр L1C2 дополнительно подавляет составляющие входного напряжения с собственной частотой генераторов терменвокса. Эти составляющие вызывают крайне нежелательные интерференционные помехи в виде "шорохов" и "щебетания", сопровождающие звучание. На таймере DA2 выполнен одновибратор. Его запускают минусовые перепады напряжения с выхода триггера Шмитта. Одновибратор формирует положительные импульсы с автоматически изменяющейся в музыкальном диа-

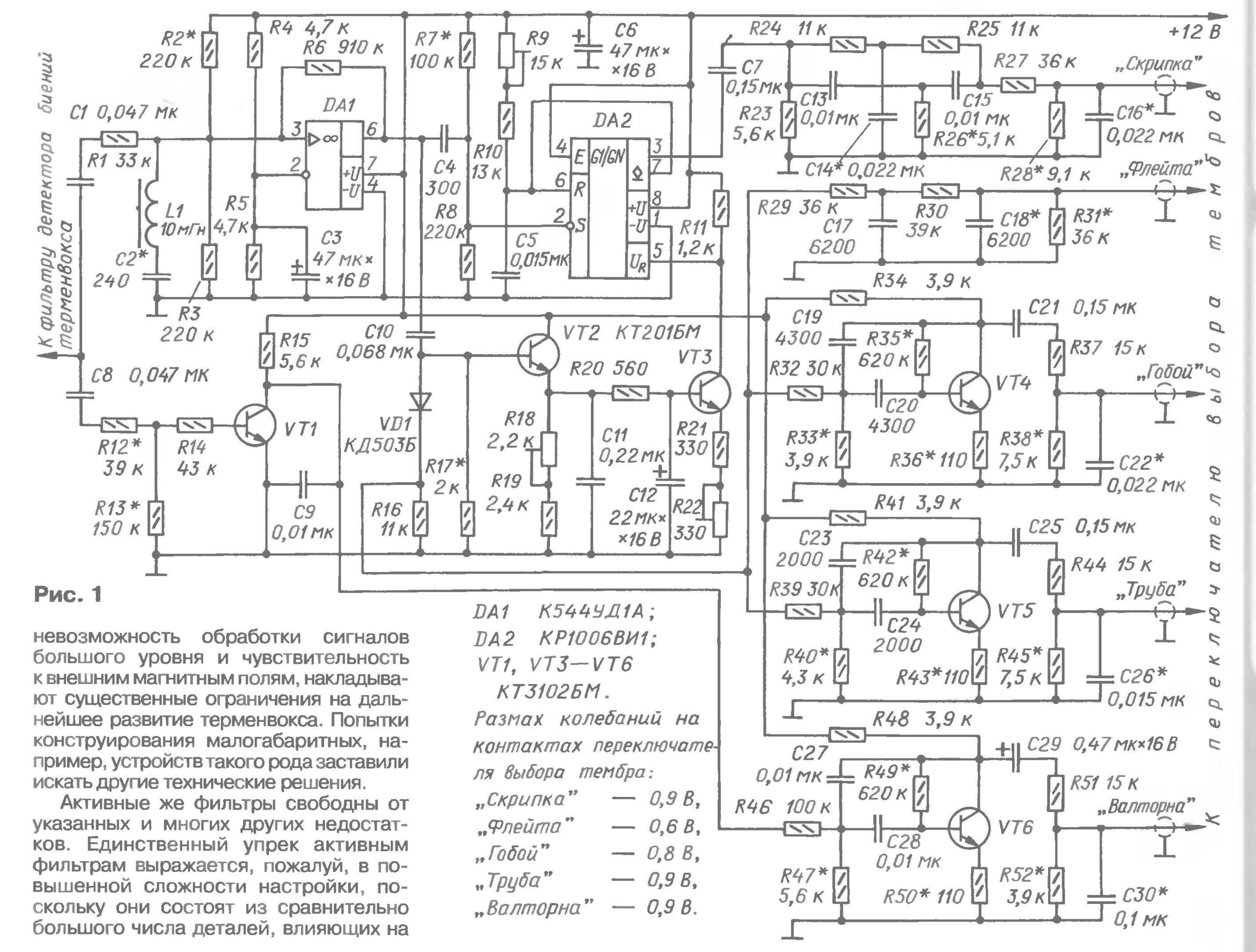


Рис. 1

тел. 207-88-18 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

пазоне длительностью — по мере повышения высоты звука длительность импульсов прогрессивно уменьшается.

Прямоугольные импульсы с выхода триггера Шмитта, близкие по форме к "меандру", дифференцирует цепь R17C10. Частотный детектор на транзисторе VT2 реагирует на положительные дифференцированные импульсы и вырабатывает напряжение, постоянная составляющая которого пропорциональна частоте (высоте тона). Цепь R20C12 сглаживает до необходимой степени пульсации этого напряжения. Транзистор VT3, подключенный к внутреннему образцовому делителю напряжения таймера DA2, — управляющий. По мере увеличения положительного напряжения на базе транзистора его проводимость увеличивается, напряжение на выводе 5 таймера уменьшается и длительность импульсов на выходе таймера в соответствии с режимом его работы сокращается. Оптимальная зависимость длительности импульсов от высоты звука представлена на **рис. 2**.

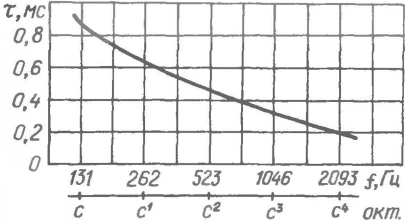


Рис. 2

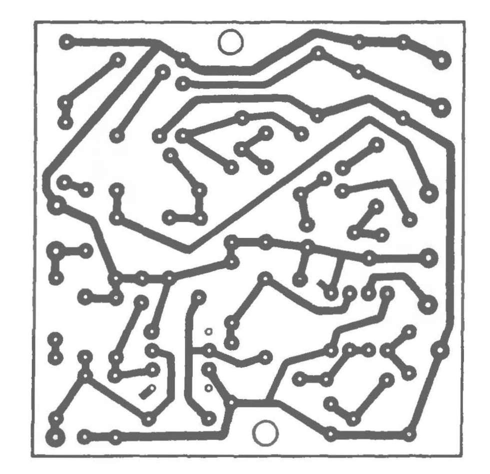
Диод VD1 выделяет положительные экспоненциальные импульсы, которые затем поступают на формантные цепи трубы, гобоя и флейты. Усилитель—ограничитель VT1 формирует последовательность прямоугольных импульсов, возбуждающих формантную цепь валторны.

Формантный фильтр смычковых выполнен на двойном Т-мосте и имеет минимум коэффициента передачи на частоте 1500 Гц. Пассивная цепь флейты не имеет резонансов и выполняет функции сглаживания экспоненциальных импульсов. Формантные фильтры гобоя, трубы и валторны выполнены по одинаковой схеме полосового активного RC-фильтра. Режим работы транзистора, например VT4, определен сопротивлением резистора R35, а коэффициент передачи и добротность фильтра — соответственно резисторов R32 и R36. К выходу фильтра подключен частотозависимый делитель напряжения R37R38C22, с помощью которого устанавливают требуемый размах выходного напряжения и желаемую мягкость тембра.

Выходные сигналы с формантных контуров подают на переключатель выбора тембров (на схеме он не показан), куда поступают также и сигналы голосовых тембров терменвокса. Этот переключатель должен иметь еще два независимых направления для переключения элементов формирования атаки и затухания, поскольку их значения для каждого тембра различны.

В устройстве можно использовать постоянные резисторы С2-23, С2-33, МЛТ. Резисторы R4, R5 должны иметь допуск по сопротивлению не хуже ±5 %; их следует подобрать по возможности одинаковыми. Подстроечные резисторы — СП3-19а, СП3-38а, РП1-63М. Конденсаторы C5, C10, C11, а также в формантных фильтрах (кроме C17, C21, C25, C29) с ТКЕ не хуже М1500. Остальные — малогабаритные любого типа. Налаживание формантных фильтров существенно упростится, если элементы C13 и C15, R24 и R25, C19 и C20, C23 и C24, C27 и C28 подобрать попарно с точностью не хуже ±3 %.

Помимо указанного на схеме, можно применять другие ОУ, но обязательно с большим входным сопротивлением. Таймер КР006ВИ1 заменим его зарубежным аналогом NE555. Вместо КТ201БМ подойдет любой кремниевый транзистор с максимально допустимым напряжением эмиттер—база и коллектор—база не менее 10 В. Рекомендуемый коэффициент передачи тока базы транзисторов VT4—VT6 — 180...200. Дроссель L1 — серийный, КИГ0,1-10000 мкГн, но может быть применен и самодельный индуктивностью 5...10 мГн.



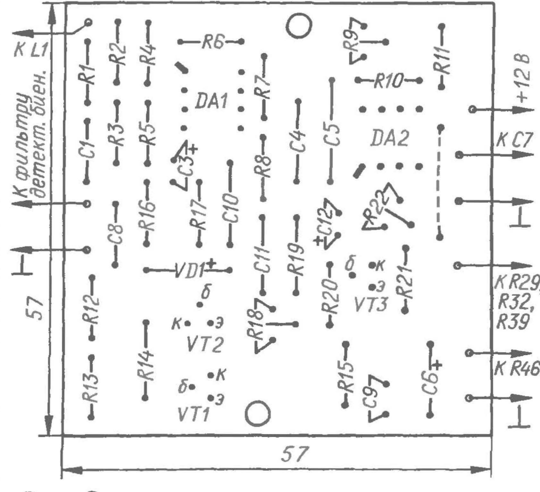


Рис. 3

Импульсные преобразователи и формантные цепи смонтированы на двух печатных платах из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертежи плат показаны на **рис. 3** и **4** соответственно. Поскольку размеры дросселя и его конструкция могут быть различными, контур L1C2 вынесен за пределы платы. На места микросхем в плату впаяны панели, в которые устанавливают микросхемы.

Предварительное налаживание устройства формирования тембров начинают до установки плат в инструмент. Потребуются осциллограф и генератор ЗЧ. Для наблюдения за динамикой автоматического уменьшения длительности импульсов лучше использовать генератор, перестраиваемый переменным конденсатором как обеспечивающим плавное изменение частоты без амплитудных и частотных скачков выходного напряжения.

Платы соединяют между собой согласно принципиальной схеме рис. 1. На вход подают напряжение частотой 30...4500 Гц и размахом около 5 В. На выходе ОУ DA1 должны быть устойчивые прямоугольные импульсы, по форме близкие к "меандру", напряжением 8...9,5 В. На коллекторе транзистора VT1 отрицательные прямоугольные импульсы размахом около 11 В и скважностью 4...4,5 должны сохраняться при увеличении входной частоты до 700 Гц. Этого добиваются подборкой резисторов R12, R13.

Длительность положительных импульсов в точке соединения диода VD1 с резистором R16, измеренная по уровню одной трети от их амплитуды, должна быть равной 120...150 мкс, а амплитуда в частотном интервале 60...1000 Гц — около 7 В. Необходимую коррекцию выполняют подборкой резистора R17. Указанные значения не должны существенно изменяться при уменьшении в два раза входного напряжения.

После этого резистор R18 устанавливают в положение минимального сопротивления, а R22 — максимального. На вход подают напряжение размахом около 5 В частотой 130 Гц и резистором R9 устанавливают длительность положительных импульсов на выходе таймера DA2 (вывод 3) равной 800...900 мкс, напряжение импульсов должно быть близким к 10 В. Повышают входную частоту до 170 Гц и вращают ручку резистора R18 до такого положения, при котором начинается сокращение длительности импульсов. При дальнейшем увеличении входной частоты длительность импульса должна плавно, без скачков, уменьшаться до определенного предела.

Далее повышают входную частоту до 2090 Гц и резистором R22 устанавливают длительность импульсов 180...210 мкс. Если это не удается, заменяют транзистор VT3 другим, с большим коэффициентом передачи тока. Проверяют весь интервал перестройки и в конечном счете указанными тремя подстроечными резисторами добиваются зависимости длительности импульсов от часто-

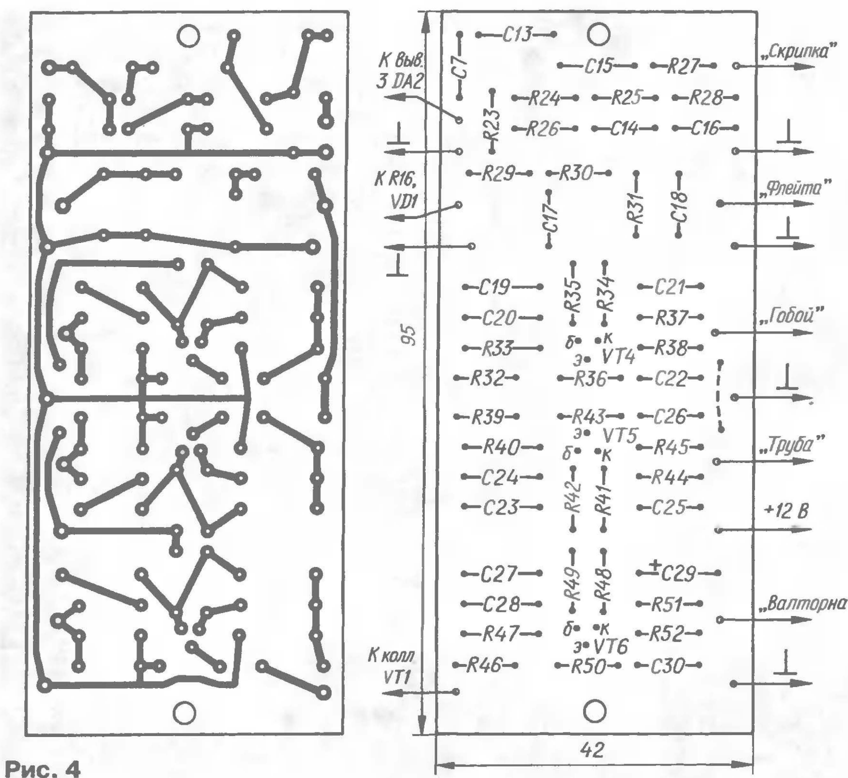


Рис. 4

ты, наиболее близкой к оптимальной, показанной на рис. 2. Одновибратор следует отрегулировать так, чтобы он устойчиво работал при повышении входной частоты до 4,4...5 кГц.

Основные операции по настройке формантных контуров выполняют также до установки платы в инструмент. На вход формантной цепи смычковых подают сигнал с генератора частотой 220...300 Гц с такой амплитудой, чтобы на выходе цепи (на конденсаторе C16) было напряжение размахом около 1 В. Подборкой резистора R26 (в первую очередь) и конденсатора C14 добиваются минимума выходного напряжения на частоте 1500 Гц. Выходное напряжение на частоте 220...300 Гц не должно измениться более чем на 5 %.

Настройку активного фильтра рассмотрим на примере цепи гобоя. Сначала подборкой резистора R35 устанавливают постоянное напряжение на коллекторе транзистора VT4, равное половине напряжения источника питания. Затем на вход фильтра подают напряжение с генератора и, контролируя напряжение на выходе, подборкой резистора R33 (а возможно, и конденсатора C20) настраивают фильтр на частоту 1300 Гц. Снимают частотную характеристику и вычисляют добротность как отношение резонансной частоты к полосе пропускания, измеренной по уровню 0,7 от максимума. Добротность должна быть равной 1,6. Аналогичным образом настраивают фильтры трубы (VT5) и валторны (VT6). Резонансная частота для них — 2200 и 400 Гц соответственно, а добротность — около 1,5.

После установки плат в инструмент проверяют параметры импульсов в режиме реального запуска, при этом на вход преобразователей подают напряжение размахом 5 В с выхода фильтра детектора биений. Скважность импульсов на выходе ОУ DA1, определяемая отношением периода к длительности положительных импульсов, меняется незначительно — от 3,5 на частоте 60 Гц до 2 на частоте 4000 Гц. Корректировку выполняют подборкой резистора R2. Подбирают конденсатор C2 заградительного фильтра L1C2 по минимуму помех, наблюдаемых в виде своеобразной "ряби" на перепадах импульсов на выходе триггера Шмитта в высокочастотной части рабочей полосы.

Манипулируя звук, определяют для каждого тембра значения резисторов формирования атаки и затухания манипулятора [2]. Требуемый размах выходного напряжения формантных контуров устанавливают, подбирая резисторы выходных цепей. Желаемую мягкость тембров устанавливают подборкой конденсаторов на выходе формантных цепей.

В заключение — несколько важных соображений в части практического применения инструментальных тембров в исполнительской школе игры Ковальского.

Гибкая выразительная динамическая линия исполнения, разумеется, вместе с совершенным владением техникой интонирования, возможна только при использовании совершенной ножной педали управления громкостью. Она должна иметь динамический диапазон регулирования не менее 66 дБ, ход платформы 70...80 мм и обеспечивать без малейших акустических и электрических помех быстрые движения платформы.

Сходство со звучанием скрипки повысится, если, например, при исполнении напевных мелодий, при плавном переходе от звука к звуку временами применять легкое глиссандирование; мягкие атаку и затухание здесь создают с помощью педали.

Хорошее приближение к звучанию трубы легче получить при перкуссионном характере атаки, создаваемом резким нажатием на педаль в такт с нажатием на манипуляционную кнопку; вибрато в начале звука должно отсутствовать и плавно появляться к концу.

Для валторны характерно неглубокое вибрато частотой 2...4 Гц, порой сходящее на еле заметное "качание" высоты звука.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Королев Л.** Новые тембры в терменвоксе. — Радио, 1974, № 9, с. 48—50.
2. **Королев Л.** Терменвокс. — Радио, 2005, № 8, с. 48—51; № 9, с. 48—51.
3. **Королев Л.** Многотембровый концертный электромузыкальный инструмент типа терменвокс. — Сборник докладов III Всесоюзной научно-техн. конференции "Состояние и перспективы развития ЭМИ в СССР". — г. Житомир, 1976.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Узел пусковой задержки искрообразования

Ф. КАСАТКИН, г. Санкт-Петербург

Легкие отечественные мотоциклы с одноцилиндровым двигателем ("Минск", "Восход", "Сова", "Курьер") оснащены генератором переменного тока и бесконтактной электронной системой зажигания. Для упрощения конструкции угол опережения зажигания установлен постоянным, оптимизированным под средние обороты коленчатого вала (частота вращения — 2000...2500 мин$^{-1}$). Это приводит к ряду негативных последствий, из которых, пожалуй, самое неприятное и даже опасное — сильная отдача (обратный удар) пускового рычага в ногу при запуске. Отдача может быть весьма болезненной и чреватой серьезными травмами.

Причина описанного явления — слишком раннее для пускового режима двигателя (500...600 мин$^{-1}$) возникновение запальной искры. Установка меньшего угла опережения зажигания устранила бы обратные удары пускового рычага и облегчила запуск двигателя, но тогда он будет плохо набирать обороты, потеряет мощность, будет дымить и перегреваться.

Избавиться от обратных ударов при запуске двигателя, не ухудшая его работы на больших оборотах, можно, если вводить задержку искрообразования только на время запуска. Для этой цели предлагаю использовать простое устройство, схема которого показана на **рисунке**. Оно не требует никаких переделок генератора и блока зажигания, но эффективно решает поставленную задачу.

Блок зажигания подключен к генератору тремя проводами с помощью разъемного соединения ножевого типа. Буквой "О" обозначен провод от обмотки генератора, "Д" — от индукционного датчика импульсов зажигания, "М" — общий. Форма импульсов датчика близка к прямоугольной. По положительному перепаду этих импульсов открывается коммутирующий тринистор блока зажигания, формирующий совместно с катушкой зажигания высоковольтные запальные импульсы.

Длительность импульсов датчика такова, что если открывать тринистор по отрицательному перепаду тех же импульсов, то это в конечном счете обеспечит необходимое запаздывание искры. Говоря иначе, произойдет уменьшение угла опережения зажигания. Получающейся задержки зажигания вполне достаточно для легкого запуска и работы двигателя на холостых оборотах.

Принцип работы описываемого узла состоит в соответствующем преобразовании импульсов, поступающих от датчика зажигания. Амплитуда импульсов датчика примерно пропорциональна частоте вращения коленчатого вала, а частота импульсов равна частоте вращения, поэтому интегрирующая цепь R1C2 обеспечивает эффективное нормирование амплитуды сигнала, подаваемого на преобразователь, собранный на микросхеме DD1. Кроме того, цепь R1C2 подавляет паразитные импульсы меньшей амплитуды, возникающие на выходе датчика в паузах между рабочими из-за особенностей конструкции генератора. Она же создает дополнительную небольшую временную задержку (около 1,7 мс).

Триггер Шмитта DD1.1 формирует на выходе прямоугольные импульсы с крутыми фронтом и спадом. Резистор R3 защищает триггер от выбросов напряжения с датчика импульсов зажигания. По положительным перепадам импульсов триггера Шмитта (т. е. по спадам импульсов датчика зажигания) дифференцирующая цепь C3R4 и триггер—инвертор DD1.2 формируют короткие (около 25 мкс) отрицательные импульсы. Столь малая длительность импульсов выбрана с целью уменьшения среднего потребляемого узлом тока.

Эти импульсы после инвертирования и умощнения четырьмя инверторами DD1.3—DD1.6, включенными параллельно, поступают на блок зажигания через токоограничительный резистор R5 и контакты нажатой кнопки SB1. При отпущенной кнопке сигнал с датчика приходит к блоку зажигания в обход узла задержки.

Узел питается от бортовой сети через однополупериодный выпрямитель на диоде VD1 и параметрический стабилизатор VD2R2. Конденсаторы C1 и C4 — сглаживающие.

Непосредственно перед запуском двигателя нажимают на кнопку SB1, а после того как двигатель заработает, кнопку отпускают.

Учитывая дефицит свободного места на мотоцикле, при выборе деталей для изготовления устройства следует отдать предпочтение наиболее миниатюрным. Конденсаторы C2, C3 должны иметь температурную стабильность не хуже Н30. Если предполагается использовать импортные конденсаторы C2 и C3, то они должны быть с диэлектриком не хуже X7R. Других требований к деталям нет. Стабилитрон 1N4734A можно заменить на КС156Г. Кнопка SB1 — КМ1-1.

Микросхему MC14584 возможно заменить на ее аналог CD4584; подойдут также микросхемы MC14106 и CD4106 — шесть триггеров Шмитта. Не исключено использование отечественных микросхем КР1564ТЛ2 и К561ТЛ1, но в этом случае перед тем, как подать импульсы на переключатель SB1, их необходимо усилить по току. Для этого придется собрать выходной эмиттерный повторитель на транзисторе КТ315Е (или КТ3102Б).

Я собрал узел в корпусе миниатюрной телефонной розетки (с одним разъемом). Монтаж — навесной, на выводах микросхемы. Провода и контакты из розетки удалил, а винты использовал для фиксации входного и выходного жгутов. После проверки на работоспособность монтаж залил эпоксидным компаундом. Готовый узел разместил вблизи разъема блока зажигания.

Кнопку удобнее всего разместить на левой рукоятке руля, под переключателем света, на Г-образном кронштейне.

Если при нажатой кнопке запущенный двигатель работает только на холостых оборотах и останавливается при попытке добавить оборотов, необходимо заменить резистор R1 на другой, меньшего сопротивления.

Опыт эксплуатации узла задержки искрообразования показал его хорошую надежность и эффективное избавление от обратных ударов. Несмотря на то что эти удары не исчезли полностью (очевидно, есть и другие обстоятельства, способствующие их возникновению, например, обедненная горючая смесь), процесс запуска двигателя стал гораздо более комфортным — вместо частых и сильных ударов изредка бывают довольно мягкие толчки. Это, кстати, дало возможность установить опережение зажигания более раннее, чем рекомендовано заводом—изготовителем машины, и получить заметный прирост ее скорости и динамики разгона.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

ЛЕЧКИН А. "Слайдер". — Радио, 2006, № 10, с. 60, 61.

Повышение экономичности устройства.

Для продления срока службы батареи питания "слайдера" **М. Озолин** из с. Красный Яр Томской обл. предлагает заменить таймер NE555 (DA2 по схеме на рис. 1 в статье) его КМОП-аналогом ICM7555, а интегральный стабилизатор напряжения 7805 (DA1) — отечественным стабилизатором КР1158ЕН5В. Микросхема ICM7555 потребляет в десятки раз меньший ток (не более 200 мкА), чем NE555 (3...6 мА). Задающий генератор "слайдера" при такой замене можно упростить, исключив резисторы R3, R4 и диод VD1 (фрагмент измененной схемы представлен на **рис. 1**). Минимальное падение напряжения стабилизатора КР1158ЕН5В не превышает 0,4...0,6 В, что позволяет использовать батарею более полно. Поскольку обе микросхемы имеют ту же "цоколевку", что и примененные автором, никаких изменений в печатной плате не требуется.

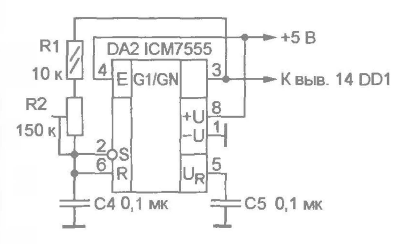


Рис. 1

ЛЕВАШОВ А. Дополнительный стоп-сигнал для автомобиля. — Радио, 2001, № 9, с. 56.

Доработка устройства.

Для того чтобы светодиоды HL1—HL12 в обеих линейках горели одинаково ярко, схему их включения следует изменить, как показано на **рис. 2**, т. е. разделить цепи питания, введя еще один токоограничивающий резистор (R9).

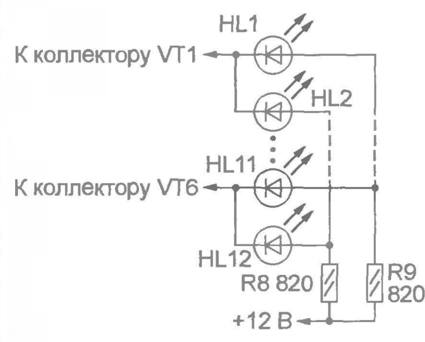


Рис. 2

ШАТУН А., ДЕНИСОВ А. Миниатюрная ЧМ радиостанция диапазона 2 метра. — Радио, 2004, № 1, с. 65—68.

Об изготовлении антенны.

Для изготовления спиральной антенны используют отрезок (длиной около 100 мм) широко распространенного 75-омного телевизионного кабеля RG-6U (внешний диаметр — 7 мм), кабельную резьбовую втулку (в продаже известна под названием F connector) и отрезок монтажного провода с фторопластовой изоляцией внешним диаметром примерно 0,5 мм (МГТФ, МС16-14, МС16-34 сечением 0,03—0,12 мм^2) и длиной около 1500 мм. Сняв внешнюю оболочку кабеля, удаляют оплетку и освобождают от изоляции внутренний проводник на длине около 10 мм (вместе с втулкой он образует вилку коаксиального разъема). Затем в снятой с кабеля внешней оболочке на расстоянии 10 мм от края делают прокол и продевают сквозь него (снаружи — внутрь) концы сложенного вдвое провода обмотки. На таком же расстоянии от торца (со стороны оголенного проводника) во внутренней трубке делают U-образный вырез и, освободив от изоляции концы провода, скручивают их вместе и припаивают к внутреннему проводнику. Далее поверх провода надевают оболочку кабеля (до совмещения прокола в ней с вырезом во внутренней трубке, где припаян провод), навинчивают на нее втулку, оставив зазор 0,5...1 мм между ее торцом и местом входа провода, и переходят к намотке, укладывая провод плотно, виток к витку.

После намотки зачищают свободный конец провода и вплавляют его паяльником в оболочку кабеля для фиксации. Затем на обмотку и втулку разъема надевают термоусаживающуюся трубку, подогревают ее равномерно по всей длине и со всех сторон над слабым огнем, и когда она плотно охватит обмотку, заготовка антенны готова. Остается настроить ее в резонанс (на частоту 145 МГц), постепенно откусывая по 3...5 мм обмотку вместе с оболочкой, внутренней трубкой и внутренним проводником.

Настраивать антенну лучше всего с помощью измерителя АЧХ. Его выход подключают к детекторной головке, а к ней — центральный проводник разъема антенны. Резонанс проявляется в виде провала на АЧХ. Чтобы учесть влияние соединительных проводов, резонанса добиваются на частоте примерно 143 МГц (в свободном пространстве это около 145 МГц). Можно настроить антенну и другими методами, например, с помощью генератора стандартных сигналов (ГСС) и лампового вольтметра (резонансу в этом случае будет соответствовать минимум его показаний). С целью защиты от коррозии и механических повреждений обрезанный конец настроенной антенны заливают термоклеем.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ФУРТУНА Е. Пятиканальный усилитель мощности для компьютера. — Радио, 2006, № 6, с. 19 *(редактор — А. Соколов).*

Выводы 9 и 15 микросхемы TDA8571J (DA1 на рис 1 в статье) использованы автором неправильно. Если их подключить, как показано на схеме, усилитель будет вполне работоспособен, но при подаче нулевого напряжения на линию "ST-BY" будет отключен лишь НЧ канал на микросхеме TDA7294V (DA3), а микросхема TDA8571J останется в рабочем режиме.

Вывод 9 микросхемы TDA8571J — это диагностический выход с открытым коллектором. К нему можно подключить, например, светодиод, который будет сигнализировать о перегрузке любого канала усилителя, замыкании его выхода и перегреве микросхемы. Если сигнализация не требуется, вывод 9 можно оставить свободным.

Вывод 15 — вход управления режимом работы. При напряжении на нем менее 2 В все усилительные каналы микросхемы выключены и она потребляет от источника питания ток менее 100 мкА. При напряжении 3,3...6,4 В усилители включены, но их входы заблокированы и сигналов ЗЧ на выходах нет — это режим "mute". Если напряжение выше 8,5 В (вплоть до напряжения питания), микросхема находится в рабочем режиме. В рассматриваемой схеме вывод 15 должен быть подключен к резистору R6. Интегральный стабилизатор DA2 и конденсатор C9 следует удалить.

На ***рис. 3*** *изображена схема подключения вывода 15 микросхемы TDA8571J, рекомендованная ее разработчиком. Если переключатель SA1 установлен в положение "Выкл.", напряжение на выводе 15 равно нулю и микросхема находится в нерабочем экономичном режиме. В положении "Вкл." напряжение на этом выводе скачком увеличивается до 3,9 В (напряжения стабилизации стабилитрона VD2), а затем по мере зарядки конденсатора C1 плавно нарастает до $U_{пит}$. Диод VD1 обеспечивает быструю разрядку конденсатора при переводе переключателя в положение "Выкл.". По мнению разработчика, этот узел гарантирует отсутствие щелчков в громкоговорителях при включении и выключении усилителей.*

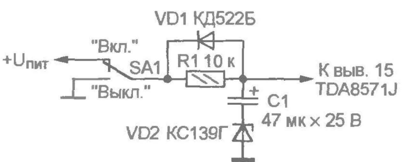


Рис. 3

На схеме усилителя (см. рис. 1) левый вывод конденсатора C16 подключен к выводу 6 микросхемы DA3, а правый (вместе с резисторами R7, R8) — к ее выводу 14. Вывод, расположенный левее вывода 8, следует удалить.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

E-mail: consult@radio.ru
тел. 207-89-00

Тел. 207-89-00
E-mail: mail@radio.ru

РАДИО

При участии Управления воспитания и дополнительного образования детей и молодежи Минобразования РФ.

начинающим

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
10 СЕЛИВЕРСТОВ ПЕР.

РАДИО®

Имитатор шума прибоя

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Предлагаемое вниманию читателей устройство вырабатывает электрические колебания, которые после усиления и преобразования динамической головкой в звук создают характерный шум, напоминающий

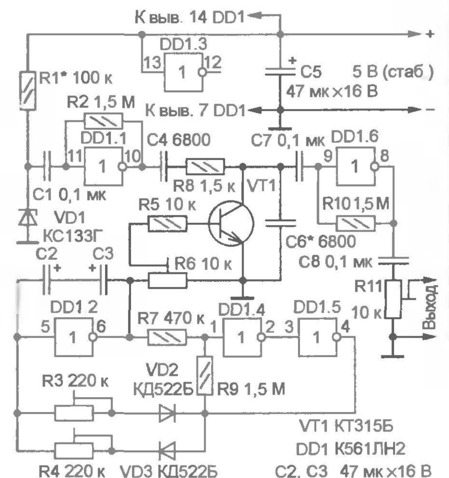


Рис. 1

шум прибоя. Его можно использовать в качестве электронной игрушки, а также как успокаивающее средство, снимающее психическое напряжение, усталость.

Принципиальная схема имитатора изображена на **рис. 1**. Собран он на микросхеме К561ЛН2 (DD1), содержащей шесть элементов НЕ (инверторов). На трех из них (DD1.2, DD1.4, DD1.5) собран генератор импульсов,

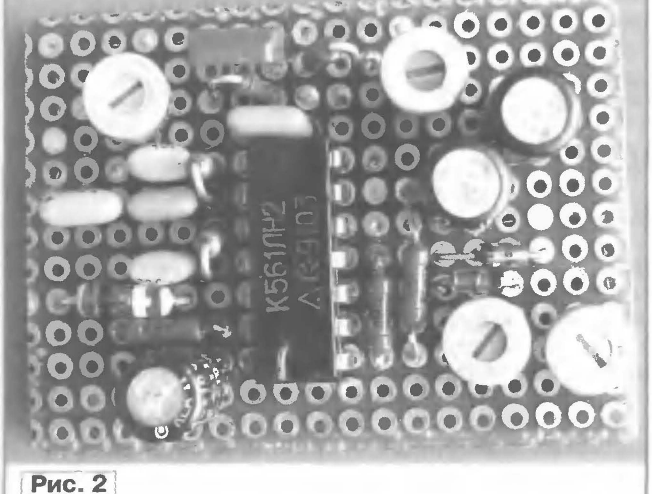
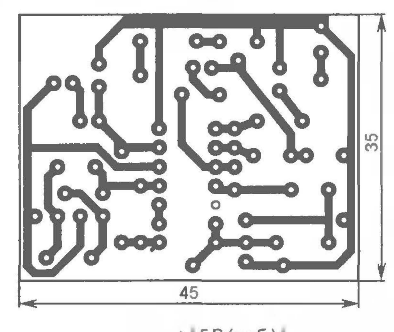


Рис. 2

два других (D1.1 и DD1.6) использованы в качестве усилителей. Для перевода в линейный режим они охвачены отрицательной обратной связью по постоянному току с выхода на вход через резисторы R2 и R10 соответственно. Генератор содержит интегратор на элементе DD1.2 и компаратор напряжения на DD1.4, DD1.5. На выходе первого из этих узлов формируются импульсы пилообразной формы, а на выходе второго — прямоугольной. Транзистор VT1 выполняет функцию регулируемого переменного резистора. Шестой инвертор — DD1.3 — не используется и его вход (вывод 13) соединен с проводом питания.

Стабилитрон VD1 служит генератором шума. Сопротивление резистора R1 выбрано достаточно большим, чтобы обеспечить такой режим стабилитрона. Шумовой сигнал через конденсатор C1 поступает на вход усилителя на элементе DD1.1, а с его выхода через цепь C4R8C7 — на вход элемента DD1.6. Усиленный сигнал через конденсатор C8 подается на подстроечный резистор R11, а с его движка — на выход устройства. Конденсатор C4 подавляет низкочастотные составляющие шума, а C6 — высокочастотные.

Формируемый интегратором сигнал пилообразной формы с подстроечного резистора R6 через резистор R5



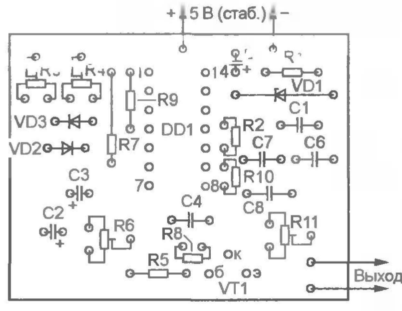


Рис. 3

Разработано в лаборатории журнала "РАДИО"

поступает на базу транзистора VT1. Когда нарастающее напряжение на ней становится достаточным для открывания транзистора, сопротивление его участка коллектор—эмиттер начинает уменьшаться. А поскольку вместе с резистором R8 транзистор образует делитель напряжения, с этого момента напряжение шумового сигнала на выходе устройства также начинает плавно уменьшаться, имитируя шум прибоя. Скорость нарастания и спада пилообразного напряжения можно изменять построечными резисторами R3, R4. Резистором R6 устанавливают режим работы транзистора, а резистором R11 — напряжение шумового сигнала на выходе устройства (50...100 мВ).

Все детали имитатора размещают на макетной плате с металлизированными отверстиями (**рис. 2**) или самостоятельно изготовленной печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 3**. Плата рассчитана на применение постоянных резисторов МЛТ, С2-33, Р1-4, подстроечных СП3-19, конденсаторов К10-17 или КМ (С1, С4, С6—С8) и К50-35 или импортных (С2, С3, С5). Микросхема К561ЛН2 заменима функционально аналогичной 564ЛН2, однако у этой микросхемы расстояние между выводами вдвое меньше, чем у К561ЛН2, поэтому придется либо изменить рисунок печатных проводников, идущих к выводам микросхемы, либо соединить выводы с соответствующими печатными проводниками короткими отрезками тонкого монтажного провода (в этом случае микросхему удобнее расположить на стороне печатных проводников).

Питать устройство необходимо от стабилизированного источника с выходным напряжением 5 В.

Налаживают имитатор на слух, подключив его выход к входу усилителя ЗЧ. Построечными резисторами R3, R4, R6 подбирают форму колебаний, при которой звук, воспроизводимый громкоговорителем, более всего похож на шум прибоя. Регулировку придется повторить несколько раз до получения требуемого результата. Уровень шумового сигнала, снимаемого со стабилитрона, можно изменять заменой резистора R1, а тембр звучания — подбором конденсаторов С4, С6.

Редактор — В. Фролов, грвфика — В. Фролов, фото — автора

Индикатор — сигнализатор для двери

А. ОЗНОБИХИН, г. Иркутск

В "Радио", 2007, № 3 на с. 56, 57 опубликована статья этого же автора "Сигнализатор открывания двери". Описанное в статье устройство просто по схеме, не содержит дефицитных деталей, но рассчитано на питание от сети. Для тех случаев, когда сетевое питание сигнализатора по тем или иным причинам неприемлемо, автор предлагает другой вариант устройства, обеспечивающий высокую энергоэкономичность и работающий от батареи гальванических элементов.

За положением двери следит, как обычно, контактный датчик, составленный из геркона и магнита. Питается сигнализатор от источника напряжением 4,5 В. Когда дверь закрыта — это соответствует дежурному режиму, — непрерывно светит "зеленый" светодиод, указывая на то, что сигнализатор включен.

При открывании двери устройство переходит в тревожный режим — светодиод начинает мигать с частотой 1...2 Гц, а вспышки сопровождаются короткими звуковыми сигналами. Длительность тревоги ограничивает цифровой таймер. После закрывания двери сигнализатор возвращается в дежурный режим.

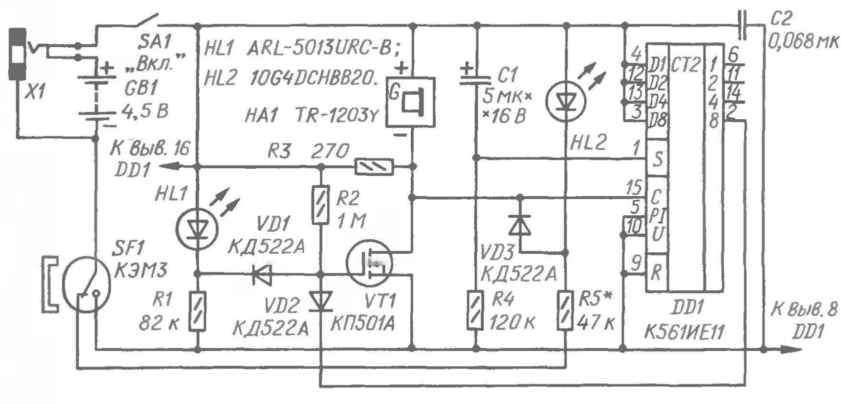


Рис. 1

Принципиальная схема индикатора—сигнализатора представлена на **рис. 1**. Использованный в устройстве светодиод HL2 зеленого цвета свечения (10G4DCHBB20) довольно ярко светит при удивительно малом рабочем токе — 0,03...0,1 мА.

В роли задающего генератора импульсов выступает мигающий светодиод HL1 (ARL-5013URC-B) красного цвета свечения. Балластный резистор R1 выбран с весьма большим сопротивлением, но обеспечивающим надежное переключение светодиода с крутыми фронтом и спадом импульсов и устойчивую работу коммутатора тока, собранного на полевом транзисторе VT1. Яркость свечения светодиода в этом режиме минимальна (оно едва заметно на глаз).

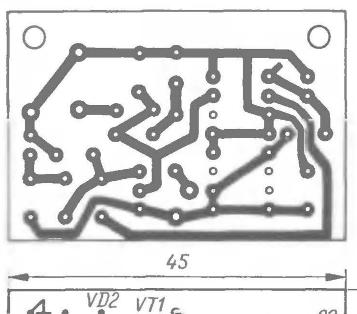
Коммутатор служит для прерывания тока через активный звукоизлучатель HA1 и "зеленый" светодиод HL2 в тревожном режиме. Выбранное схемное решение генератора светозвуковых импульсов при своей простоте обеспечивает и высокую энергоэкономичность.

При закрытой двери под действием магнита подвижный контакт геркона SF1 находится в левом по схеме положении. Если теперь замкнуть контакты тумблера SA1, включится светодиод HL2. Его балластный резистор R5 обеспечивает рабочий ток около 50 мкА.

Открывание двери приводит к переключению геркона в правое положение. Конденсатор С2, служащий для подавления помех по цепи питания, заряжается почти мгновенно, а С1,

имеющий гораздо большую емкость и заряжающийся через резистор R4, — примерно 1 с. В течение этого отрезка времени на вход предустановки S счетчика импульсов DD1 поступает высокий уровень напряжения и двоичный код 1111, установленный на информационных входах D1, D2, D4, D8 счетчика, появляется на его выходах 1, 2, 4, 8.

Одновременно с переключением геркона начинают работать задающий генератор HL1R1 и прерыватель тока VT1. В тот промежуток времени, когда через светодиод HL1 протекает ток, диод VD1 закрыт, а транзистор открыт. Звучит сигнал излучателя HA1, и через открывающийся диод VD3 включается светодиод HL2. В паузах, когда



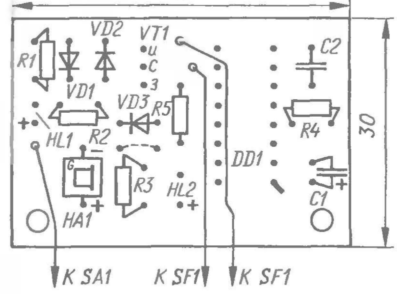


Рис. 2

ток через светодиод HL1 не протекает, транзистор VT1 закрыт. Таким образом, звукоизлучатель воспроизводит громкие звуковые тональные сигналы, а "зеленый" светодиод — яркие световые.

После уменьшения напряжения на входе S счетчика DD1 от высокого уровня до низкого установленное содержимое счетчика (десятичное 15) начинает уменьшаться на единицу с каждым плюсовым перепадом напряжения, поступающим на счетный вход C. Вход PI (перенос) и вход R счетчика здесь не использованы — на них подано напряжение низкого уровня. Переключения транзистора происходят до тех пор, пока закрыт диод VD2, т. е. пока на выходе 8 счетчика присутствует высокий уровень.

Как только на выходе счетчика появится двоичный код 0111 (десятичный эквивалент — 7), на выходе 8 высокий уровень сменится низким, откроется диод VD2 и напряжение на затворе транзистора VT1 уменьшится до 0,3 В. Транзистор закроется, прекратятся звуковые сигналы и перепады напряжения на входе C счетчика. Светодиод HL2 выключается, но задающий генератор HL1R1 продолжает работать. Сигнализатор переходит в промежуточный режим. Ток, потребляемый в этом режиме, находится в пределах 26...47 мкА.

Диод VD3 понижает напряжение на светодиоде HL2 до максимально допустимых 3,8 В. При более высоком напряжении последовательно со светодиодом необходимо включить токоограничительный резистор, ограничивающий ток до 80 мА. Следует отметить, что субъективно яркость свечения при увеличении рабочего тока светодиода с 50 до 80 мА увеличивается незначительно.

Резистор R3 нужен для согласования напряжения на стоке транзистора VT1 с уровнями входа C счетчика. Сопротивление этого резистора может находиться в пределах 200...2700 Ом.

Как только дверь окажется закрытой, сигнализатор переходит в дежурный режим. Переключившийся в исходное положение геркон обесточивает задающий генератор, транзистор VT1 со звукоизлучателем и счетчик импульсов DD1. "Зеленый" светодиод HL2 включается и светит с умеренной яркостью.

Сигнализатор собран на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Чертеж платы показан на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме гнезда разъема X1, выключателя SA1, батареи GB1 и геркона SF1. Перемычка в минусовой цепи звукоизлучателя позволяет отключать его в необходимых случаях.

Все резисторы — ОМЛТ. Конденсатор C1 — К50-16 или импортный, C2 — КМ5. Вместо КД522А подойдут и другие малогабаритные кремниевые диоды на выпрямленный ток не менее 100 мА — КД522Б, КД102А, КД102Б, КД103А, КД103Б.

Транзистор подойдет любой из указанной серии. Выключатель — любого типа. Геркон с магнитом можно заменить кнопочным переключателем КМ1-1 или другим подобным, снабдив его упругим нажимным поводком. Вместо К561ИЕ11 допустимо использовать счетчик К561ИЕ14; несмотря на различия этих счетчиков, при включении по схеме на рис. 1 их можно считать аналогами.

"Зеленый" светодиод 10G4DCHBB20 заменим другим с близкими параметрами или в крайнем случае маломощным с повышенной яркостью TTL-500G3VC-2, а мигающий — L-56BHD или другим, обеспечивающим четкое переключение транзистора VT1. Активных звукоизлучателей сейчас в продаже очень много, но предпочтение при выборе следует отдать тому, который подходит по габаритам и обеспечивает приемлемые громкость и экономичность при напряжении питания 3,5...4 В.

Безошибочно собранный из исправных деталей сигнализатор обычно налаживания не требует. При использовании мигающего светодиода иного типа может потребоваться подборка резистора R1 в пределах 0,1...300 кОм до получения надежного переключения транзистора VT1. Подбирая резистор R5, можно изменить ток, потребляемый сигнализатором в дежурном режиме (рекомендуемые пределы — 0,03...0,5 мА).

Питать сигнализатор можно от батареи 312S зарубежного производства или от батареи отдельных гальванических элементов. Возможно также питание от миниатюрного сетевого блока, для чего предусмотрен разъем X1. При включении вилки блока в гнездо X1 внутренняя батарея отключается. Если в сигнализаторе вместо КП501А использовать транзистор КП504А с напряжением отсечки 0,6 В, то срок службы батареи питания существенно увеличится.

Если необходимо уменьшить число тревожных тональных импульсов, вырабатываемых сигнализатором при открывании двери, нужно катод диода VD2 отключить от выхода 8 счетчика и соединить с выходом 4 (или 2). Иногда сигнализатор вырабатывает на один-два тревожных импульса больше расчетного числа. Это происходит из-за малой крутизны спада импульса предустановки счетчика. За время действия высокого уровня на его входе S генератор успевает сформировать один-два "лишних" импульса. Не следует, однако, считать это недостатком, поскольку позволяет получить при необходимости число сигналов, большее расчетного.

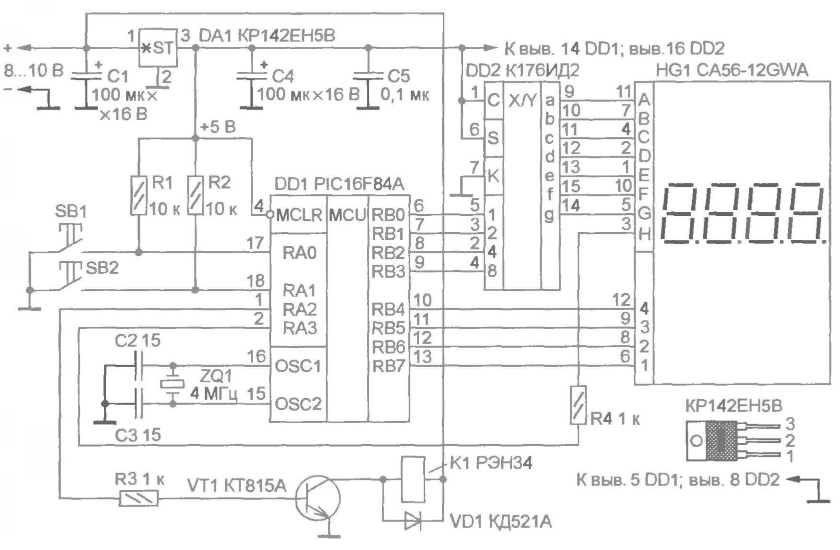
В тех случаях, когда сигнализации дежурного режима устройства не требуется, элементы VD3 и R5 можно исключить, а катод "зеленого" светодиода соединить со стоком транзистора (для чего на плате вместо диода VD3 следует впаять проволочную перемычку). При этом необходимо убедиться, что ток через светодиод не превышает максимально допустимого. Если же ток нужно ограничить, резистор припаивают к контактам удаляемого диода VD3 вместо перемычки. Для измерения тока светодиода затвор транзистора временно соединяют с плюсовым проводом питания.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Микроконтроллерный таймер

П. ВЫСОЧАНСКИЙ, г. Рыбница, Приднестровье, Молдавия

Среди множества автоматических устройств, вошедших в наш быт, важное место занимают таймеры — приборы, подающие звуковой или световой сигнал либо включающие (выключающие) какой-либо электрический аппарат через заданный промежуток времени. Ими сегодня оснащены многие современные бытовые аппараты — пароварки, печи СВЧ, стиральные машины, электроплиты, радиоприемники, телевизоры и т. д. Ну, а если у вас дома есть приборы, не имеющие встроенного таймера, но их хотелось бы включать или выключать по прошествии определенного времени, — не беда, таймер не трудно изготовить самостоятельно.



Предлагаемое вниманию читателей устройство позволяет отсчитывать выдержку времени от 1 с до 99 ч 59 мин 59 с. Его основа (см. схему на **рисунке**) — популярный среди радиолюбителей микроконтроллер PIC16F84A (DD1). Кроме него, таймер содержит микросхему К176ИД2 (DD2) — преобразователь двоичного кода в семиэлементный, четырехразрядный светодиодный цифровой индикатор HG1 и стабилизатор напряжения питания DA1.

После включения питания микроконтроллер считывает из своей энергонезависимой памяти (EEPROM) информацию об установках времени (о том, как ее записать в EEPROM, будет сказано ниже) и начинает отсчет. При первом включении устройства автоматически устанавливается выдержка времени, равная 2 мин 59 с (на экране индикатора HG1 — цифры 2.59; незначащие нули в старших разрядах не высвечиваются). Требуемую выдержку вводят с помощью кнопок SB1 и SB2. При этом если она больше 1 ч, на экране индикатора отображаются часы и минуты, а если меньше, — минуты и секунды. Элемент H второго разряда индикатора мигает с частотой 1 Гц, наподобие разделительного двоеточия на обычных электронных часах (он перестает мигать на последней минуте выдержки). С момента начала отсчета на выходе таймера (линия порта RA2 микроконтроллера DD1) устанавливается низкий логический уровень и подключенное к нему исполнительное устройство на транзисторе VT1 и электромагнитном реле K1 находится в режиме ожидания. По окончании заданного промежутка времени низкий логический уровень на выходе таймера сменяется высоким, транзистор VT1 открывается и реле K1 своими контактами (на схеме не показаны) включает или выключает управляемый аппарат (генератор сигнала звуковой частоты, электроприбор, телевизор и т. д.). Этот уровень напряжения на выходе сохраняется до тех пор, пока не будет отключено питание таймера или нажата кнопка SB2 (она в данном случае играет роль кнопки сброса).

Чтобы изменить выдержку, во время счета нажимают на кнопку SB2. При этом начинают мигать разряды часов. Установив с помощью кнопки SB1 необходимое время (от 00 до 99 ч), вновь нажимают на кнопку SB2, фиксируя этим число часов и переводя таймер в режим установки минут. Необходимое значение вводят той же кнопкой SB1, а затем, еще раз нажав на кнопку SB2, переходят к установке секунд. В этом режиме начинает мигать элемент H второго разряда индикатора HG1 (при установке чисел часов и минут он не светился). Следующее нажатие на кнопку SB2 вызывает запись всех установок в EEPROM и перезагрузку микроконтроллера. В результате на экране индикатора появляются значения часов, минут и секунд, по истечении которых таймер сработает.

Детали таймера монтируют на макетной или разработанной самостоятельно печатной плате. Резисторы — МЛТ, конденсаторы C1, C4 — К50-35 или аналогичные импортные, C2, C3 — керамические КД-1, КМ с нормированным ТКЕ, C5 — КМ, К10-17. Реле K1 — РЭН34 исполнения ХП4.500.030-01 (сопротивление обмотки — 60...74 Ом, ток срабатывания — 100 мА). Во избежание повреждения микросхем DD1, DD2 при пайке рекомендуется на плате установить розетки с соответствующим числом гнезд (18 — для DD1 и 16 — для DD2). Для питания таймера используют нестабилизированный источник напряжением 8...10 В с выходным током не менее 200 мА.

Кроме указанного на схеме микроконтроллера PIC16F84A, в устройстве без какой-либо доработки программы можно использовать PIC16F84. Допустима замена индикатора CA56-12GWA другим светодиодным индикатором динамического типа с общим анодом и числом разрядов не менее четырех (у него может быть иное назначение выводов, что следует учесть при монтаже). Транзистор КТ815А заменим любым кремниевым структуры n-p-n с предельным значением тока коллектора не менее рабочего тока реле. Вместо реле РЭН34 можно применить любое другое, надежно срабатывающее при напряжении 8...10 В, с контактами, рассчитанными на коммутацию переменного напряжения 220 В при токе, потребляемом нагрузкой.

Программа, по которой работает микроконтроллер, реагирует на состояние контактов кнопки SB2 в момент их размыкания, т. е. после ее отпускания. Такая логика сохраняется во всех режимах работы. Изменение же состояния контактов кнопки SB1 программа обнаруживает в момент их замыкания. В режиме установки времени однократное нажатие этой кнопки увеличивает значение текущего разряда на единицу, а удержание ее в нажатом положении более 1 с заставляет программу перейти в режим автоматического увеличения значения разряда два раза в секунду. Нажатие на эту кнопку в режиме счета и удерживание ее в течение 1 с приводит к тому, что независимо от значения времени в разрядах часов на экране индикатора отображаются минуты и секунды. После отпускания кнопки логика работы программы восстанавливается, т. е. становится такой, какой она была до ее нажатия.

Следует учесть, что таймер "спешит" примерно на 1 с в час, поэтому если необходима повышенная точность "хода", то при вводе длительности выдержки требуемое значение времени необходимо увеличить на число секунд, равное числу часов.

***От редакции**. Исходный текст и HEX-файл программы микроконтроллера находятся на FTP-сервере редакции по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2007/04/vysotimer.zip>**.*

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

Усовершенствование блока питания БП-111

А. МАЗНЕНКОВ, г. Волгодонск Ростовской обл.

Автор статьи — одиннадцатилетний школьник Антон Мазненков — занимается в кружке радиоконструирования Волгодонской СЮТ, руководимом Владимиром Васильевичем Кузьменко. На проходившем в Волгодонске смотре-конкурсе технического творчества учащихся Антон продемонстрировал доработанный промышленный блок питания, о котором пойдет речь в предлагаемой публикации.

У радиолюбителей, ремонтников телерадиоаппаратуры "на руках" находится немало выносных сетевых блоков питания (чаще всего их называют адаптерами) от отслужившей свой век аудиотехники, преимущественно монофонической, которая уже не удовлетворяет потребностям ее владельцев. Такие адаптеры оказались "не у дел". В большинстве своем эти блоки питания, собранные по классической схеме, содержат сетевой трансформатор, выпрямитель и стабилизатор на дискретных элементах.

В нашем радиокружке оказались два блока питания БП-111 от носимых кассетных магнитофонов "Парус". В корпусе БП-111 размещены сетевой трансформатор (Т-25) габаритной мощностью 25 Вт, сдвоенный сетевой выключатель, предохранитель, выпрямитель и стабилизатор с фиксированным выходным напряжением 12 В. Максимальный выходной ток блока — 0,7 А. Поскольку один из блоков питания оказался неисправным, то пришлось его отремонтировать. В процессе ремонта возникла идея доработать БП-111, сделав его регулируемым.

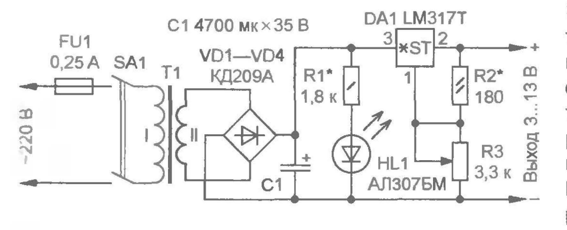


Рис. 1

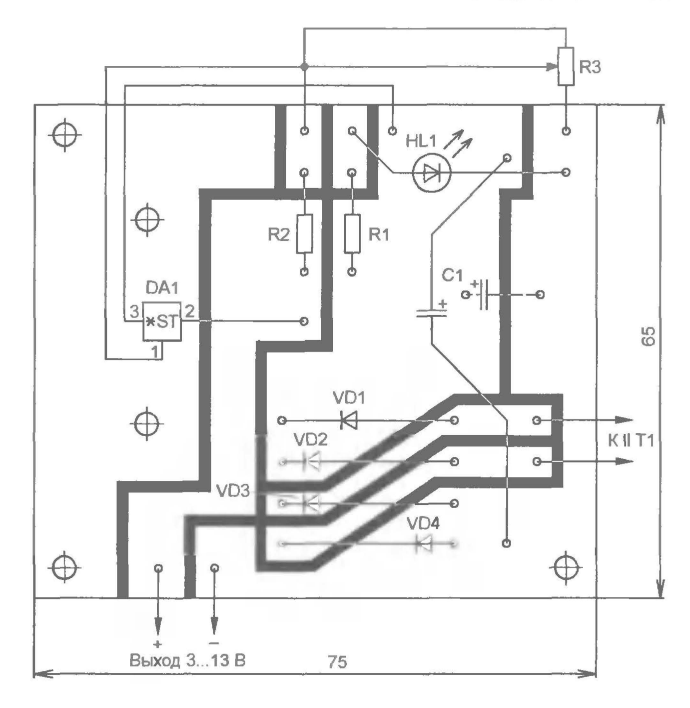


Рис. 2

Схема доработанного блока питания показана на **рис. 1**. Сдвоенный выключатель SA1, предохранитель FU1 и сетевой трансформатор T1 — от БП-111. Регулируемый стабилизатор напряжения собран на микросхеме DA1, включенной по типовой схеме [1—3].

Светодиод HL1 индицирует включенное состояние блока питания. Светодиод можно заменить на две миниатюрные лампы накаливания СМН9×0,01, соединенные последовательно. Лампы подключают вместо цепи R1HL1. На выходе стабилизатора целесообразно установить конденсатор емкостью 470 мкФ на напряжение не менее 16 В. Поскольку в радиокружке от этого блока питают нагрузку, у которой параллельно линиям питания уже включен конденсатор фильтра (плейеры, магнитофоны, радиоприемники), то на выходе доработанного БП-111 фильтрующий конденсатор не установлен.

Большинство элементов блока питания смонтированы на односторонней плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы приведен на **рис. 2**. Плата изготовлена методом прорезания фольги. На чертеже утолщенными линиями показаны удаленные участки фольги (прорези в фольге).

Микросхему LM317T допустимо заменить отечественным аналогом КР142ЕН12А. Оксидный конденсатор — импортный с аксиальными выводами, но можно использовать отечественный серии К50-46, в последнем случае его монтируют на плате, как показано штриховой линией на рис. 2. Резисторы — МЛТ или любые другие указанной на схеме мощности. Переменный резистор R3 должен быть группы А (с линейной зависимостью сопротивления от угла поворота движка). Светодиод — любой.

Микросхему устанавливают на подходящем теплоотводе от промышленной аппаратуры или на самодельном, изготовленном из пластины из медного или алюминиевого сплава площадью 12...15 см^2 толщиной 1,5...2 мм. Переменный резистор и светодиод установлены на стенке корпуса. Выводы микросхемы, переменного резистора и светодиода соединяют с соответствующими отверстиями на плате отрезками многожильного изолированного провода.

Усовершенствованный блок питания успешно работает в радиокружке в течение года, обеспечивая питание различной нагрузки напряжением в интервале 3...13 В при токе до 0,7 А.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бирюков С.** Микросхемные стабилизаторы напряжения широкого применения. — Радио, 1999, № 2, с. 69—71.

2. **Муралев С.** Простой лабораторный источник питания. — Радио, 2003, № 3, с. 24.

3. **Бутов А.** Лабораторный блок питания с защитой на самовосстанавливающихся предохранителях. — Радио, 2005, № 10, с. 54—56.

Редактор — В. Чуднов, графика — В.Чуднов

Автоматическое разрядно-зарядное устройство для аккумуляторов

Ю. РОГОЖИН, г. Саранск

В качестве автономных источников питания широко применяются аккумуляторы и аккумуляторные батареи различных типов. В связи с этим возникает проблема их зарядки, так как для каждого из них требуется "свое" зарядное устройство. Кроме того, для увеличения срока службы некоторых аккумуляторов, например никель-кадмиевых, рекомендуется периодически проводить контролируемую разрядку с последующей полной зарядкой. Предлагаемое автором автоматическое устройство предназначено для зарядки и проведения циклов разрядка—зарядка большой номенклатуры малогабаритных аккумуляторов.

Некоторые аккумуляторы, в частности никель-кадмиевые, обладают так называемым "эффектом памяти". В зависимости от условий эксплуатации этот эффект может проявляться в большей или меньшей степени. Если аккумулятор предварительно не разрядить до напряжения 0,9...1 В, то затем не удается зарядить его до номинальной емкости. Поэтому для уменьшения влияния этого эффекта рекомендуется периодически проводить несколько циклов полной разрядки—зарядки. Предлагаемое устройство позволяет частично автоматизировать этот процесс и проводить зарядку и разрядку аккумуляторов током до 500 мА при напряжении до 12 В.

Принципиальная схема автоматического разрядно-зарядного устройства показана на **рис. 1**. После подключения аккумулятора (или батареи) оно сначала разряжает его до напряжения 0,9...1 В на аккумулятор, затем автоматически переключает на зарядку и отключает после полной зарядки от зарядной цепи в отличие от устройства, описанного в [Л]. Кроме того, разрядный и зарядный токи можно контролировать по стрелочному измерительному прибору и изменять их во время этих процессов.

Узел питания устройства состоит из сетевого трансформатора Т1, выпрямителя VD1 и стабилизатора напряжения на микросхеме DA1. С помощью компаратора DA2 осуществляется контроль за напряжением на аккумуляторе при его разрядке. Напряжение с контакта X2, к которому подключен аккумулятор, поступает на неинвертирующий вход (вывод 3) компаратора DA2, а на инвертирующий вход (вывод 4) — с движка резистора R10. Этим резистором устанавливают напряжение, до которого аккумулятор должен быть разряжен ($U_{разр.мин}$). Когда напряжение на аккумуляторе уменьшится до этого значения, разрядка прекратится и начнется зарядка. Происходит это так. Пока напряжение на аккумуляторе и, соответственно, на выводе 3 DA2 больше, чем на выводе 4, на выходе компаратора (вывод 9) присутствует напряжение, близкое к напряжению питания (14...15 В), и реле К1 обесточено. Поэтому к аккумулятору через контакты К1.2 будет подключена разрядная цепь, состоящая из резисторов R6, R7, диодного моста VD2 и миллиамперметра PA1. Одновременно через резистор R2 и контакты К1.1 напряжение питания поступает на светодиод HL2, красное свечение которого указывает на процесс разрядки аккумулятора. Значение разрядного тока можно изменять переменным резистором R6, а контролировать его — миллиамперметром PA1.

По мере разрядки аккумулятора напряжение на нем уменьшается, и когда оно станет меньше $U_{разр.мин}$, компаратор переключится. На его выходе (вывод 9) появится низкий уровень, реле К1 сработает и своими контактами К1.3 подключит нижний по схеме вывод обмотки реле и выход компаратора к общему проводу. В этом случае реле К1 будет постоянно включено и не будет реагировать на переключение компаратора DA2. Такой режим работы компаратора допустим, так как его выходной каскад включен по схеме с открытым коллектором. Аккумулятор начнет заряжаться, так как контакты К1.2 подключат его через диодный мост VD2, миллиамперметр PA1, резисторы R4, R5 и замкнутые контакты К2.2 к выходу выпрямителя. Зарядный ток можно изменять переменным резистором R4, а по шкале миллиамперметра PA1 можно определить его значение. Контакты К1.1 также переключатся, светодиод HL2 погаснет,

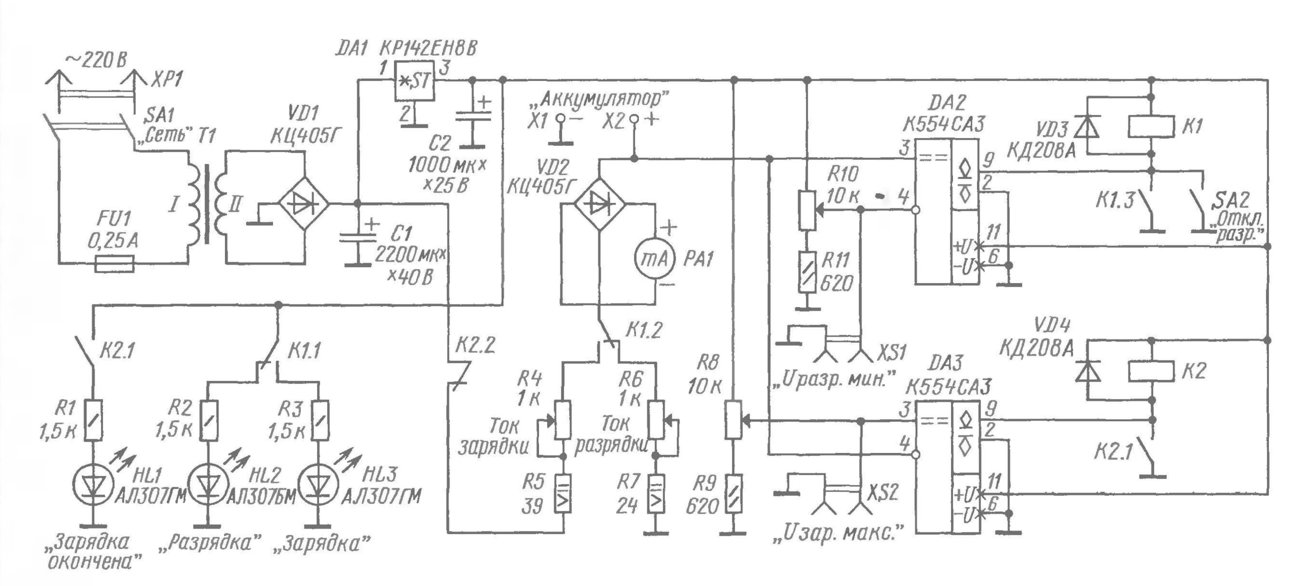


Рис. 1

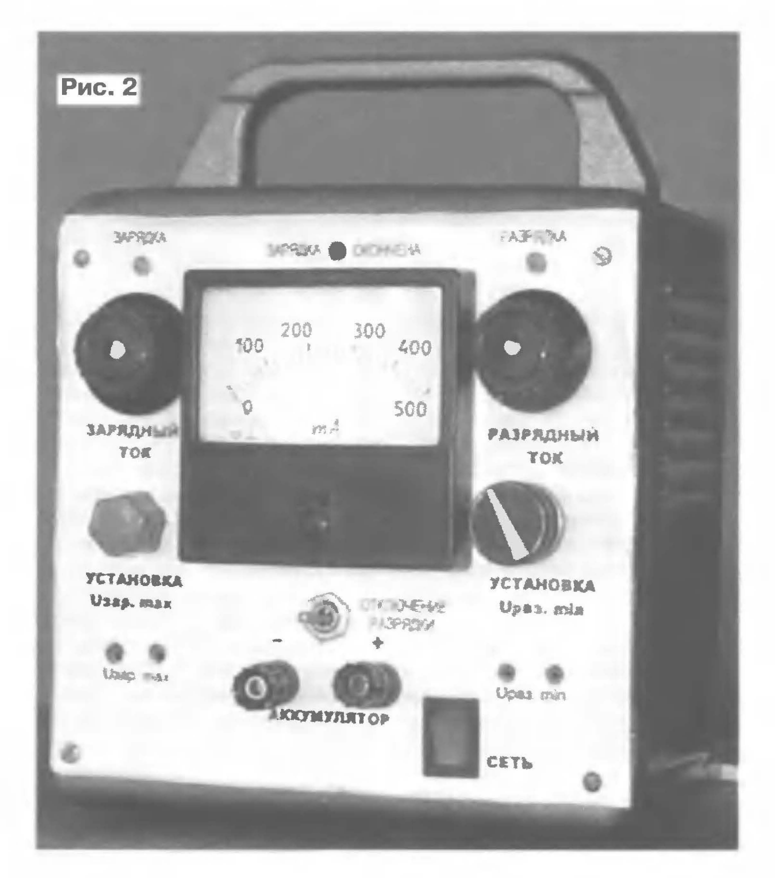


Рис. 2

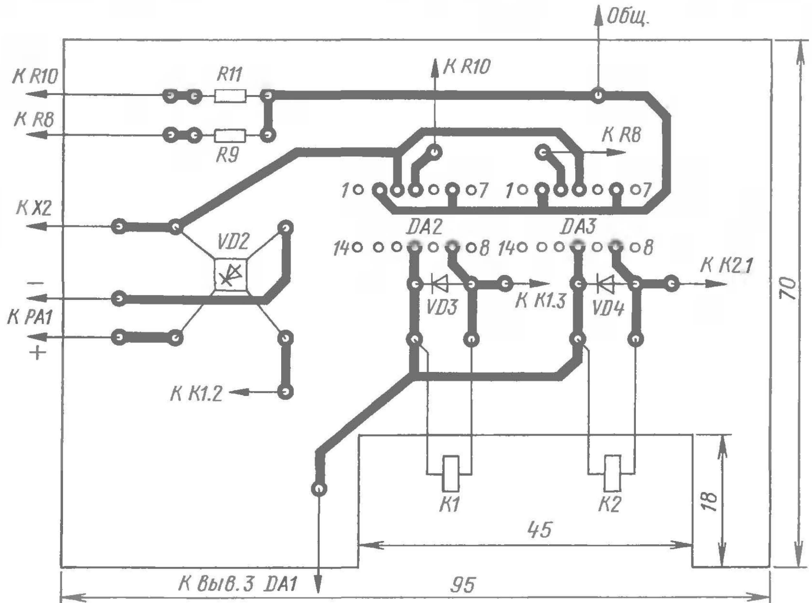


Рис. 3

и напряжение питания через резистор R3 поступит на светодиод HL3, зеленое свечение которого указывает на процесс зарядки аккумулятора.

Компаратор DA3 осуществляет контроль за напряжением на аккумуляторе при его зарядке. На инвертирующий вход компаратора поступает напряжение с аккумулятора, а на неинвертирующий вход — с движка резистора R8. Этим резистором устанавливают напряжение, до которого аккумулятор должен быть заряжен ($U_{зар.макс}$). Когда напряжение на аккумуляторе превысит это значение, компаратор DA3 переключится, реле K2 сработает и своими контактами K2.1 подключит нижний по схеме вывод обмотки реле и выход компаратора к общему проводу. Реле K2 будет включено постоянно и контактами K2.2 отключает аккумулятор от выпрямителя — зарядка прекращается. Контакты K2.1 замыкаются, и напряжение поступает через резистор R1 на светодиод HL1, который индицирует об окончании зарядки. Выключатель SA2 позволяет отключать процесс разрядки. При замыкании его контактов сразу начинается зарядка аккумулятора.

В устройстве применен сетевой трансформатор T1 габаритной мощностью около 25 Вт и напряжением вторичной обмотки 20 В. Диодный мост КЦ405Г можно заменить любым с максимальным током около 1 А и обратным напряжением не менее 60 В. Миллиамперметр — М4250 с током полного отклонения 500 мА. Электромагнитные реле K1, K2 — РЭС22 (паспорт РФ4.500.131) с напряжением срабатывания 12 В.

Резисторы R1—R3, R9, R11 — Р1-4, МЛТ, R5 и R7 — ПЭВ-7,5. Переменные резисторы: R4, R6 — проволочные ППБ-15; R8 — многооборотный СП5-39; R10 — СП-1. Конденсаторы — К50-16, К50-24, К50-35. Диоды VD3, VD4 — любые малогабаритные импульсные, например, серий КД521, КД522. Светодиоды серий АЛ307 или КИПД41 красного и зеленого цветов свечения.

В авторском варианте устройство собрано в металлическом корпусе размерами 130×175×210 мм, а его внешний вид показан на **рис. 2**.

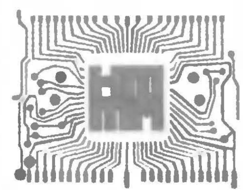
На печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 3**, смонтированы диодный мост VD2, компараторы DA2, DA3, реле K1, K2, диоды VD3, VD4 и постоянные резисторы R9, R11. Резисторы R5, R7 и трансформатор T1 закреплены на шасси корпуса. Диодный мост VD1, конденсаторы C1, C2 и микросхема DA1 размещены на задней металлической стенке корпуса, которая одновременно выполняет функции теплоотвода. Миллиамперметр PA1, переменные резисторы R4, R6, R8, R10, индикаторные светодиоды HL1—HL3, резисторы R1—R3, гнезда XS1, XS2 и переключатели SA1, SA2 расположены на передней панели.

До подключения аккумулятора необходимо установить значения $U_{разр.мин}$ и $U_{зар.макс}$. Для этого к гнездам XS1 подключают вольтметр и переменным резистором R10 устанавливают требуемое значение $U_{разр.мин}$. Затем вольтметр подключают к гнездам XS2 и переменным резистором R8 устанавливают значение $U_{зар.макс}$.

ЛИТЕРАТУРА

Коновалов В. Зарядно-восстановительное устройство для NiCd аккумуляторов. — Радио, 2006, № 3, с. 53, 54.

Редактор — Н. Нечаева, графика — Ю. Андреев, фото — автора



НТТМ-2007

26—29 июня 2007 г. в павильоне № 57 Всероссийского выставочного центра (г. Москва) пройдет VII Всероссийская выставка научно-технического творчества молодежи НТТМ-2007, организаторами которой, как и в прошлые годы, выступают Министерство образования и науки России, Правительство Москвы, ОАО "ГАО "ВВЦ", Совет ректоров вузов г. Москвы и Московской области.

Выставки НТТМ проводятся в рамках реализации федеральных и региональных целевых программ, направленных на поддержку талантливой молодежи, расширение массовости и повышение результативности участия молодежи в научно-исследовательской деятельности и научно-техническом творчестве. С 2006 г. выставка НТТМ включена в План основных мероприятий по реализации Приоритетного национального проекта "Образование".

Участники выставок НТТМ — это молодые ученые, изобретатели, конструкторы и исследователи в возрасте от 12 до 27 лет. Среди них — представители государственных и негосударственных высших учебных заведений, студенческие общественные объединения, учебные организации начального и среднего профессионального образования. Кроме того, они могут быть из учреждений дополнительного образования и органов по делам молодежи, образовательных центров и ассоциаций, общественных и некоммерческих детских и молодежных организаций, зарубежных научных центров, объединений, клубов.

Выставка НТТМ — это многоплановое мероприятие, демонстрирующее интеллектуальные и творческие возможности современной молодежи. Экспозиция выставки знакомит с разнообразием научно-технических интересов и достижений молодежи в различных областях науки, техники и технологий; перспективами создания молодежных инновационных проектов; авторскими программами в сфере образования, творческого воспитания и профессиональной ориентации.

Результаты деятельности научных студенческих обществ, общественных организаций молодых ученых и специалистов, итоги региональных конкурсов и олимпиад будут представлены по четырем направлениям: технические, естественные, гуманитарные и социально-экономические науки.

Всероссийский конкурс НТТМ проводится в рамках ежегодных выставок НТТМ. Отбор лучших проектов осуществляет Научный комитет в составе ученых РАН и отраслевых академий, преподавателей вузов и специалистов по работе с молодежью по критериям: новизна, актуальность, доступность изложения выбранной темы, глубина проработки, научная содержательность, качество исполнения представленного проекта, значение его результатов для теории и практики.

Лауреаты конкурса становятся победителями и призерами премии Президента РФ для поддержки талантливой молодежи. По итогам НТТМ-2006 таких премий был удостоен 41 автор, 100 авторов были награждены медалью "За успехи в научном и техническом творчестве", учрежденной организаторами выставки.

Программы НТТМ-2007 (деловая, научно-познавательная и культурная) включают проведение конференции, семинаров, конкурсов, презентаций, круглых столов, научно-познавательных экскурсий, мастер-классов, выступления творческих коллективов.

Научно-практическая конференция "Научно-техническое творчество молодежи — путь к обществу, основанному на знаниях" состоится в рамках деловой программы НТТМ-2007.

"Интеллект-Салон" — это новый раздел в рамках Всероссийской выставки НТТМ-2007, организованный при поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям и Российского книжного союза. Здесь отраслевые и специализированные издательства, книготорговые фирмы, разработчики и производители образовательных программ, учебно-наглядных пособий, технических средств обучения предложат участникам и посетителям выставки все то, что требуется для детального изучения того или иного направления.

В период работы выставки в прямом эфире одной из радиостанций состоятся пресс-конференции и круглые столы, творческие встречи и дебаты. В Интернете в режиме on-line будут представлены основные мероприятия и события. Ежедневно будет выходить печатное издание выставки — "Вестник НТТМ".

Проведение НТТМ-2007 будет способствовать повышению творческой активности и культурной интеграции молодежи, совершенствованию подготовки профессиональных кадров, развитию межрегионального и международного сотрудничества в области научного и технического творчества, укреплению позиций отечественной науки. Более подробную информацию о подготовке выставки, а также формы заявок на участие можно получить на сайте <**www.vvcentre.ru**>, по электронной почте <**imolchanova@vvcentre.ru**>, а также по телефону (495) 748-34-17.

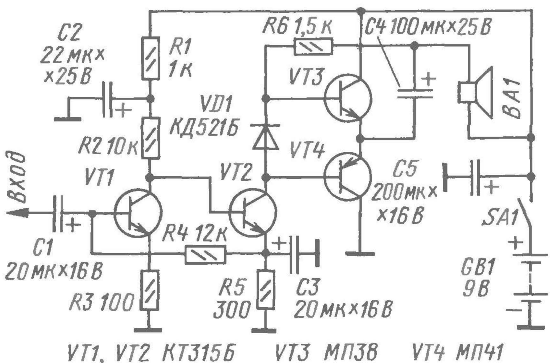
ЧИТАТЕЛИ ПРЕДЛАГАЮТ

Простой УЗЧ

Н. ТОКАРЕВ, г. Москва

Я решил собрать простой УЗЧ для домашнего прослушивания с достаточной громкостью, чтобы не пользоваться головными телефонами. За основу был взят усилитель из книги В. Мосягина "Юному радиолюбителю для прочтения с паяльником". Однако собранный УЗЧ вообще не заработал. Пришлось устройство усовершенствовать.

Схема окончательного варианта усилителя приведена на **рисунке**. Первые две ступени на транзисторах VT1, VT2 — предварительный усилитель напряжения. Выходная ступень собрана на транзисторах разной структуры VT3, VT4. УЗЧ нагружен на динамическую головку BA1 сопротивлением 4—8 Ом. Связь между ступенями — непосредственная, без разделительных конденсаторов. Температурная стабилизация достигнута введением местной (с помощью резисторов R3, R5) и общей (резистор R4) отрицательной обратной связи по постоянному току.



Для повышения максимальной неискаженной выходной мощности в выходной ступени введена связь по переменному напряжению через резистор R6.

В устройстве допустимо применять любые резисторы и оксидные конденсаторы. Транзисторы КТ315Б заменимы на любые из серии КТ315 или КТ312. В выходной ступени можно использовать транзисторы МП38А (VT3), МП41А (VT4), а также любые средней мощности и соответствующей структуры с близкими коэффициентами передачи тока базы, например, серий ГТ402 и ГТ404, КТ3102 и КТ3107, КТ502 и КТ503. Диод КД521Б заменяет любой кремниевый малой мощности. Рекомендую использовать динамическую головку с большой отдачей, например, 5ГДШ-4 или 2ГД-40-140. Питают УЗЧ от батареи напряжением 9 В.

Редактор — И. Городецкий, графика — Ю.Андреев

РАДИО
тел. 207-68-89
E-mail: mail@radio.ru
При содействии Союза радиолюбителей России
о связи
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
РАДИО®

Эксперимент оказался удачным

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Споры об объективном определении победителей в соревнованиях по радиосвязи на коротких и ультракоротких волнах ведутся с момента появления самих соревнований. Один из всплесков в обсуждении этого вопроса был в начале 60-х годов, когда радиоспорт включали в Единую всесоюзную спортивную классификацию. И если с "охотой на лис" или многоборьем все вроде бы было ясно, то у серьезных коротковолновиков возникли предложения о необходимости изменения формата КВ соревнований — перехода к очным соревнованиям. Однако эта идея требовала определенных усилий и материальных расходов, поэтому ее успешно "похоронили".

Вернуться к идее очных соревнований по радиосвязи на КВ удалось через полтора десятка лет. Сделать это смогла редакция журнала "Радио" в 1980 г. Вместе с федерацией радиоспорта Литовской ССР на базе традиционного летнего слета литовских радиолюбителей (в том году он проходил в Клайпеде) она провела первые экспериментальные очно-заочные соревнования по радиосвязи на КВ. Опубликованный в журнале рассказ о них так и назывался — "Журнал ставит эксперимент". Эксперимент оказался удачным. Несомненно, новый формат соревнований имеет право на жизнь.

RA1AIP, UA4LU и UA4RC.

Но признание за ним права называться чемпионатом страны пришло не сразу. Потребовалось несколько лет успешного проведения его в ранге всесоюзных очно-заочных соревнований на призы журнала "Радио", прежде чем чиновники от радиоспорта вынуждены были согласиться на проведение чемпионата СССР. Вот краткая история этих соревнований.

1981 год — рождение соревнований. Тогда в Клайпеду съехались команды коротковолновиков из двенадцати союзных республик, Москвы и Ленинграда. В числе 40 очных участников — 3 мастера спорта СССР международного класса, 20 мастеров спорта СССР. Успех сопутствовал литовским спортсменам. Они победили в командном и личном зачетах. Лидером соревнований стал Т. Мисюнас.

1982 год — участников вторых Всесоюзных очно-заочных соревнований, посвященных 60-летию образования СССР, принимал г. Каунас. Сюда прибыли команды коротковолновиков из всех союзных республик, Москвы и Ленинграда. За звание сильнейших боролись 8 мастеров спорта СССР международного класса, 11 мастеров спорта СССР, 10 кандидатов в мастера спорта и 7 перворазрядников. Победителями стали команда Москвы и москвич К. Хачатуров.

1983 год — на этот раз Клайпеда принимала не только спортсменов-коротковолновиков. Отсюда стартовали еще одни уникальные радиосоревнования — Первые всесоюзные очно-заочные соревнования по радиосвязи через любительские спутники Земли. Среди коротковолновиков победу одержали спортсмены РСФСР, а в личном зачете — член этой команды А. Соболев. В спутниковых состязаниях первое и второе места разделили М. Клоков (РСФСР) и В. Анацкий (Казахская ССР).

1984 год — очные участники соревнований по радиосвязи на КВ и через ИСЗ, посвященных 60-летию журнала "Радио", вели борьбу в районе г. Александрова Владимирской области. В обоих состязаниях победа досталась спортсменам Российской Федерации. На высшую ступень пьедестала почета поднялись А. Ефремов и А. Соболев (командная победа в КВ состязаниях), И. Корольков (победа в личном зачете) и Ю. Гребнев (победа в состязаниях "Космос-84").

1985 год — и вновь очно-заочные соревнования на кубок и призы журнала "Радио" вернулись в г. Клайпеду. В том году они посвящались 40-летию Победы советского народа в Великой Отечественной войне. Спор за спортивные трофеи вели команды из двенадцати союзных республик, Москвы и Ленинграда. В командном первенстве на ко-



RU9WX и RX9WR.

ротких волнах победили спортсмены Литвы, в личном зачете — Р. Жумбакис из той же команды. Больше других связей через ИСЗ установил Ю. Гребнев.

И вот, наконец, 1986 год. В г. Александрове состоялся первый очно-заочный чемпионат СССР по радиосвязи на коротких волнах телеграфом на кубок и призы журнала "Радио". Проведение чемпионата было посвящено 60-летию ДОСААФ. Борьбу вели 13 команд. Звание чемпиона страны в очной борьбе завоевал мастер спорта СССР В. Дроздов. В командных соревнованиях первыми оказались москвичи.

В минувшем году очно-заочный чемпионат России, пришедший на смену чемпионату СССР, проходил в г. Салават (Башкортостан). Чемпионом страны стал Владислав Кузьминых (UA4LU), серебряным призером — Алексей Михайлов (RA1AIP), бронзовым — Виктор Горохов (UA4RC). Спортсмены Башкортостана Александр Старцев (RX9WR) и Ильшат Валитов (RU9WX) стали лучшими в командном зачете, второе место заняли москвичи Леонид Радченко (RN3AZ) и Елена Бойченко (RV3ACA), а третье — спортсмены из Оренбургской области Антон Навнычко (RX9TL) и Дмитрий Хлебников (RX9SR).

КВ маяки

Международная система КВ маяков позволяет определить наличие прохождения радиоволн на пяти высокочастотных диапазонах, прослушивая работу 18 маяков, которые находятся на всех континентах планеты. Для синхронизации работы этих маяков в течение каждого часа на каждом из диапазонов выделены временные слоты, в течение которых он работает на передачу. Циклы передачи повторяются каждые три минуты. Маяки работают круглосуточно. В **таблице** приведен полный список этих слотов для всех используемых диапазонов (минуты и секунды начала первой передачи в течение часа).

Слот	Позывной	Страна	Частота, кГц				
			14100	18110	21150	24930	28200
1	4U1UN	ООН	00.00	00.10	00.20	00.30	00.40
2	VE8AT	Канада	00.10	00.20	00.30	00.40	00.50
3	W6WX	США	00.20	00.30	00.40	00.50	01.00
4	KH6WO	Гавайи	00.30	00.40	00.50	01.00	01.10
5	ZL6B	Новая Зеландия	00.40	00.50	01.00	01.10	01.20
6	VK6RBP	Австралия	00.50	01.00	01.10	01.20	01.30
7	JA2IGY	Япония	01.00	01.10	01.20	01.30	01.40
8	RR9O	Россия	01.10	01.20	01.30	01.40	01.50
9	VR2B	Гонконг	01.20	01.30	01.40	01.50	02.00
10	4S7B	Шри Ланка	01.30	01.40	01.50	02.00	02.10
11	ZS6DN	ЮАР	01.40	01.50	02.00	02.10	02.20
12	5Z4B	Кения	01.50	02.00	02.10	02.20	02.30
13	4X6TU	Израиль	02.00	02.10	02.20	02.30	02.40
14	OH2B	Финляндия	02.10	02.20	02.30	02.40	02.50
15	CS3B	о Мадейра	02.20	02.30	02.40	02.50	00.00
16	LU4AA	Аргентина	02.30	02.40	02.50	00.00	00.10
17	OA4B	Перу	02.40	02.50	00.00	00.10	00.20
18	YV5B	Венесуэла	02.50	00.00	00.10	00.20	00.30

Передача состоит из позывного маяка (передается со скоростью 110 знаков в минуту) и четырех тире длительностью каждое 1 с. Позывной и первое тире передают при выходной мощности 100 Вт. При передаче последующих тире мощность уменьшается ступенями в 10 раз — 10 Вт, 1 Вт и 0,1 Вт. Это дает возможность оценить энергетику канала связи.

По состоянию на середину февраля 2007 г. не функционировали (проводятся ремонтные работы) маяки в Аргентине и Израиле.

Технические характеристики любительских радиостанций

Решение ГКРЧ № 05-08-04-001 от 26.09.05, определившее новые категории любительских радиостанций, содержало также и требования к РЭС любительской и любительской спутниковой служб (приложение 2). Согласно этому документу, аппаратура любительских радиостанций должна иметь следующие технические характеристики.

1. Передатчики радиостанций всех категорий должны удовлетворять следующим требованиям, предъявляемым к допустимым отклонениям частоты:

1.1. В диапазонах	до 3,8 МГц	100×10^{-6}
1.2. В диапазонах	от 3,8 МГц до 470 МГц	20×10^{-6}
1.3. В диапазонах	от 470 МГц до 2450 МГц	200×10^{-6}
1.4. В диапазонах	выше 2450 МГц	300×10^{-6}

2. Средняя мощность побочных излучений, создаваемых передатчиками любительских радиостанций, должна быть ниже мощности основного излучения:

2.1. В диапазонах до 30 МГц на 43+10log(P) или 50 дБ, в зависимости от того, какой уровень соответствует менее жестким требованиям, где P — пиковая мощность огибающей.

2.2. В диапазонах свыше 30 МГц на 43+10log(P) или 70 дБ, в зависимости от того, какой уровень соответствует менее жестким требованиям, где P — пиковая мощность огибающей.

3. Мощность передатчиков любительских радиостанций измеряется на согласованной пассивной нагрузке (эквиваленте антенны). Уровни предельно допустимой мощности излучаемого сигнала, в зависимости от категории станции и полос радиочастот, приведены в приложении 1.

4. Плотность потока мощности излучения космических станций любительской спутниковой службы у поверхности Земли в полосах частот 7000—7100 кГц, 14000—14250 кГц, 21000—21450 кГц, 28—29,7 МГц и 144—146 МГц не должна превышать величины минус 110 дБВт/м^2.

Два блока питания для трансиверов

Игорь ТИТОВКА (UA1ZH), г. Мурманск

Широкое распространение импортных трансиверов с питанием от 13,8 В ставит вопрос о приобретении или изготовлении для них вторичных источников питания. К сожалению, стоимость некоторых фирменных блоков питания сопоставима со стоимостью самого трансивера. В предлагаемой статье описаны экономичные блоки питания с выходным током до 50 А и стабилизатор напряжения 13,8 В с током до 20 А.

Мощный экономичный блок питания низковольтной радиоаппаратуры

Ни для кого не секрет, что мощные полевые (MOSFET) транзисторы могут работать даже при очень малом падении напряжения на них, поэтому именно их я решил применить в сильноточном стабилизаторе напряжения. Результатом стал блок питания с максимальным током до 50 А.

Особенность данной конструкции (**рис. 1**) — отключение нагрузки при возникновении КЗ или перегрузки по току. Согласитесь, очень ценное качество для блока питания.

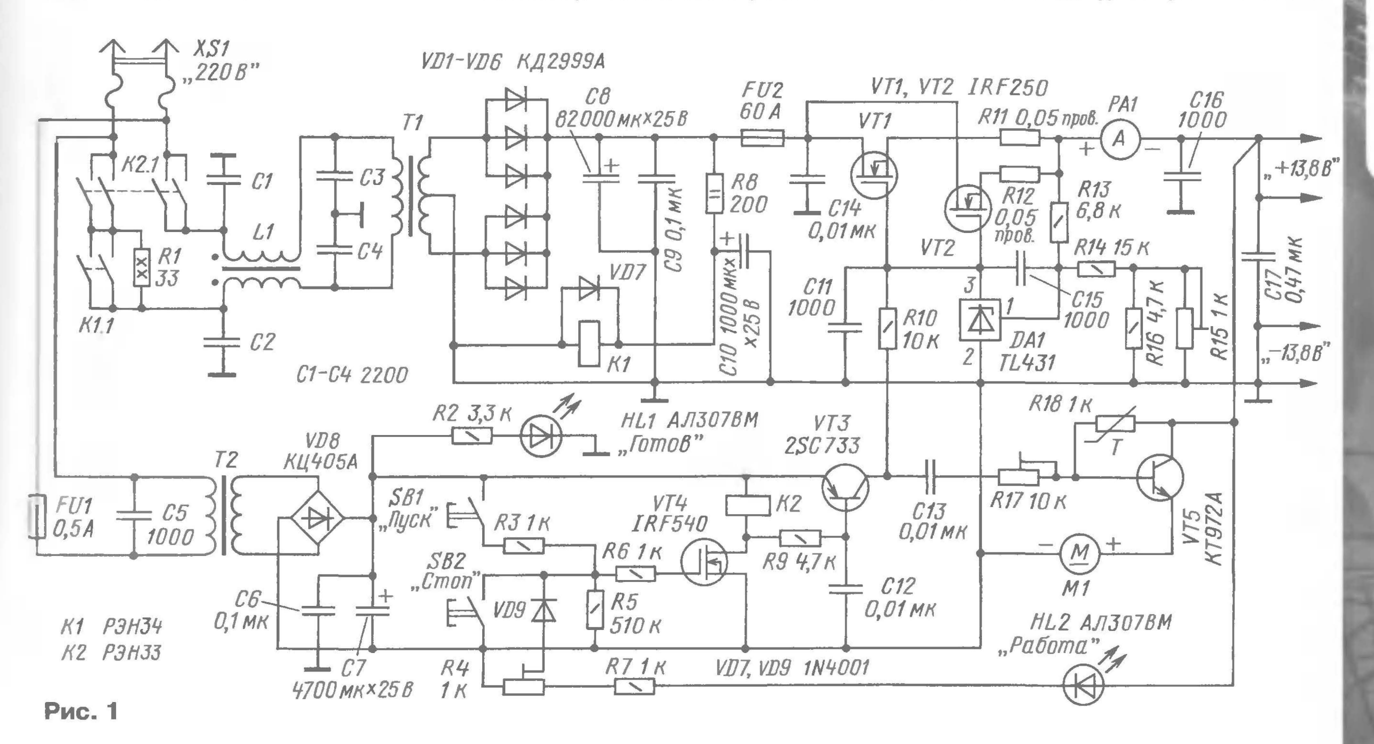


Рис. 1

Поскольку пусковой ток такого устройства может быть очень велик, то никакой, даже весьма мощный механический сетевой выключатель долго в таком устройстве не проработает. Пришлось вводить узел плавного запуска блока питания и то, что в компьютерных БП называют "дежурным режимом". Этот узел (узел запуска) на трансформаторе T2 и диодном мосте VD8 включен в сеть постоянно, его задача — управление включением/выключением мощной части блока и формирование повышенного напряжения для питания стабилизатора.

При включении в сеть на выходе выпрямителя этого узла появляется постоянное напряжение около 24 В. Наличие напряжения "дежурного режима" индицирует светодиод HL1 "Готов". При нажатии на кнопку SB1 ("Пуск") постоянное напряжение через ее контакты поступает на затвор транзистора VT4, он открывается, срабатывает реле K2, которое своими контактами подключает к сети первичную обмотку трансформатора T1. Для предотвращения обгорания контактов реле K2 и выхода из строя выпрямительных диодов применено устройство "плавного запуска" — первоначально сетевое напряжение на трансформатор T1 подается через резистор R1, который ограничивает пусковой ток и шунтируется контактами реле K1 лишь после того, как напряжение на конденсаторе C10 достигнет уровня срабатывания этого реле (около 12 В).

Далее выпрямленное напряжение поступает на собственно стабилизатор на транзисторах VT1 и VT2. Для увеличения экономичности стабилизатора, т.е. для снижения падения напряжения на регулирующем элементе, применено отдельное питание стабилизатора от узла запуска. При этом разница входного и выходного напряжений стабилизатора может составлять 2...3 В, уровень пульсаций остается очень малым.

Теперь вернемся к узлу запуска. После нажатия на кнопку SB1 транзистор VT4 открыт, что приводит к открыванию транзистора VT3, через который поступает питание на источник образцового напряжения. Регулирующие транзисторы VT1 и VT2 также открываются, стабилизатор входит в рабочий режим, а на выходе блока питания устанавливается стабилизированное напряжение 13,8 В. Светодиод HL2 "Работа" загорается, и часть выходного напряжения через подстроечный резистор R4 и диод VD9 поступает на затвор транзистора VT4, удерживая его в открытом состоянии.

Для отключения блока питания достаточно кратковременно нажать на кнопку SB2 "Стоп". При этом транзистор VT4 закроется, реле K2 отключит от сети силовую часть БП, одновременно закроется транзистор VT3, что приведет к отключению стабилизатора. При отпускании кнопки SB2 устройство останется в дежурном режиме. Аналогично происходит отключение блока питания при КЗ (даже очень кратковременном) на выходе БП или при срабатывании защиты по току. Результат всегда один — БП переходит в дежурный режим.

Для облегчения теплового режима и снижения площади теплоотводов применили принудительное воздушное охлаждение блока. Скорость вращения вентилятора и, соответственно, эффективность обдува регулируются простым

узлом на транзисторе VT5 в зависимости от температуры теплоотводов.

Параметры устройства определяются в первую очередь примененными трансформаторами и его монтажом в целом. В авторском варианте были применены три включенных параллельно трансформатора ТПП318 (трансформатор Т1) и 220/18 В мощностью 20 Вт для узла запуска. Это обеспечило выпрямленное напряжение (до стабилизатора) 20 В на холостом ходу и 16 В при токе нагрузки 50 А. Простой расчет показывает, что даже при максимальном токе мощность, рассеиваемая на регулирующих транзисторах, не превышает 100 Вт, что меньше допустимой даже для одного транзистора. Транзисторы IRF250 можно заменить на IRF150 и другие в металлических корпусах ТО-3 и с максимальным током более 30 А.

Для улучшения и ускорения срабатывания защиты отвод провода контроля напряжения на выходе должен быть сделан непосредственно от плюсовых клемм БП.

Реле К1 — РЭН34 (исполнение ХП4.500.030-01), К2 — РЭН33. Напряжение срабатывания К1 составляет 12 В, а К2 — 24 В. Можно применить и другие реле с соответствующими рабочими напряжениями и достаточно мощными контактами.

Выпрямительный мост в узле запуска любой на ток не менее 1 А.

Сетевой фильтр L1 выполнен на кольцевом магнитопроводе из феррита 2000НН диаметром 40 мм и содержит 12 витков двойного сетевого провода. Конденсаторы С1—С5 — керамические, на напряжение не менее 1 кВ. Остальные блокировочные конденсаторы — smd, оксидные — на рабочее напряжение не ниже 25 В. Резисторы R11 и R12 представляют собой отрезки толстого провода из высокоомного сплава. Терморезистор R18 — от компьютерной материнской платы.

Кнопки SB1 и SB2 — любые, без фиксации. Амперметр — любой стрелочный с соответствующим шунтом.

Ни в какой особой наладке правильно собранный БП не нуждается. Необходимо только выставить с помощью R15 точное выходное напряжение, а резистором R4 выставляют минимальное напряжение на затворе транзистора VT4, которое удерживает его в открытом состоянии.

Для обдува применен компьютерный вентилятор с рабочим напряжением 12 В. Подстроечным резистором R17 выставляют частоту его вращения в "холодном" состоянии, при росте температуры сопротивление терморезистора R18 уменьшается, что приводит к росту напряжения на базе транзистора VT5 и к росту интенсивности обдува.

Монтаж БП выполняется возможно более толстыми и короткими проводами, выходные клеммы должны выдерживать ток в десятки ампер.

Эффективный стабилизатор напряжения

Основной недостаток линейных стабилизаторов напряжения — большая мощность, рассеиваемая на регулирующем элементе, из-за чего приходится применять теплоотводы с большой площадью, и более мощные трансформаторы, что приводит к росту габаритов и массы. К тому же "греть воздух" лично мне представляется ненужным.

На **рис. 2** приведена схема стабилизатора напряжения с током нагрузки до 20 А, в котором достигнуто очень малое падение напряжения на регулирующем элементе стабилизатора и соответственно высокий КПД устройства в целом.

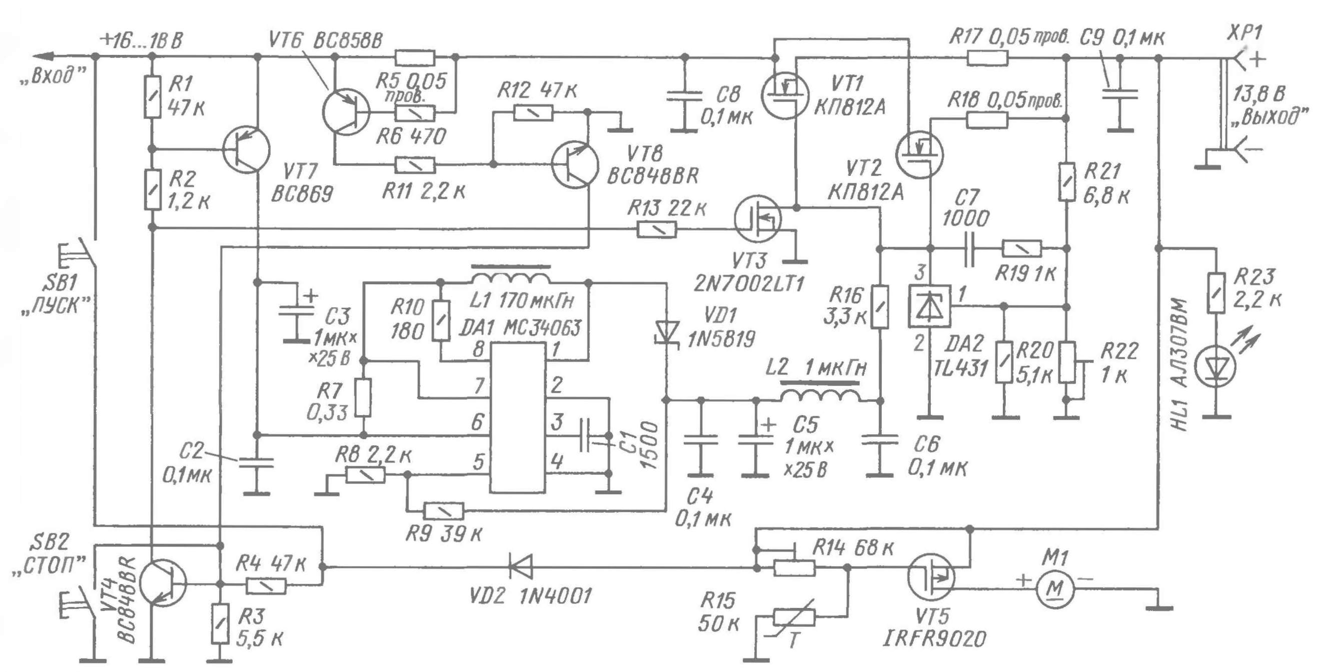


Рис. 2

Собственно стабилизатор выполнен по классической и хорошо зарекомендовавшей себя схеме на параллельном стабилизаторе DA2 и полевых транзисторах VT1 и VT2. В узле запуска применен повышающий стабилизированный преобразователь на микросхеме DA1 MC34063.

При подаче входного напряжения стабилизатор находится в выключенном состоянии и напряжение на выходе отсутствует. Для запуска необходимо кратковременно нажать на кнопку SB1 "ПУСК". При этом открываются транзисторы VT4, VT1 и VT2, питание поступает на преобразователь напряжения. На выходе стабилизатора устанавливается напряжение 13,8 В. Выходное напряжение поступает на базу транзистора VT4 и удерживает его в открытом состоянии.

При нажатии на кнопку SB2 "СТОП" база транзистора VT4 соединяется с общим проводом, транзисторы VT4, VT1 и VT2 также закрываются и обесточивают преобразователь напряжения. Питание с DA2 снято, и стабилизатор отключается — выходное напряжение отсутствует. После отпускания кнопки SB2 транзистор VT4 будет закрыт и устройство остается в дежурном режиме.

В устройство дополнительно введен транзистор VT3. Его назначение — ускорение отключения стабилизатора при нажатии на кнопку "СТОП" или срабатывании защиты. Диод VD2 при закрывании транзистора VT4 гарантированно отключает стабилизатор, даже если выходное напряжение преобразователя не успело снизиться до нуля из-за наличия конденсаторов фильтра на выходе.

В стабилизаторе присутствует "измерительный" резистор R5, работающий в системе защиты от перегрузок по току. При увеличении тока нагрузки выше выбранного уровня падение напря-

...жения на R5 становится достаточным для открывания транзистора VT6. Транзистор открывается — это приводит к открыванию VT8 и закрыванию VT4, что отключает стабилизатор. Работа защиты по току эквивалентна нажатию на кнопку "СТОП".

В авторском варианте монтаж стабилизатора выполнен с применением smd-деталей. Оксидные конденсаторы C3 и C5 — танталовые на напряжение 50 В. Диод VD1 — обязательно Шоттки, на ток не менее 1 А. L1 и L2 — стандартные SMD-индуктивности. Низкоомные резисторы R5, R17 и R18 представляют собой отрезки толстого провода из высокоомного сплава.

При правильном монтаже устройство в налаживании не нуждается. Необходимо лишь подобрать резистор R5 для достижения надежного срабатывания защиты при перегрузке по току или КЗ на выходе стабилизатора.

Полезно предварительно отдельно наладить преобразователь напряжения. При подаче на вывод 6 микросхемы DA1 напряжения 8...16 В выходное напряжение должно быть примерно 24...25 В и не изменяться при изменении входного. При необходимости можно регулировать выходное напряжение подбором резистора R9.

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев



Соревнования

Соревнования CQ-M в этом году будут проходить CW и SSB с 12.00 UT 12 мая до 11.59 UT 13 мая на диапазонах 10, 15, 20, 40, 80 и 160 метров. Повторные радиосвязи разрешены на различных диапазонах, а на одном диапазоне — различными видами работы. Участники могут выступать в следующих группах: A1 — один оператор — один диапазон — CW; A2 — один оператор — один диапазон — SSB; A3 — один оператор — один диапазон — CW и SSB; B1 — один оператор — все диапазоны —CW; B2 — один оператор — все диапазоны — SSB; B3 — один оператор — все диапазоны — CW и SSB; B4 — один оператор — все диапазоны — QRP (выходная мощность — не более 5 Вт); B5 — один оператор — все диапазоны — LP (выходная мощность — не более 100 Вт); C — несколько операторов — все диапазоны — один передатчик — CW и SSB; D — наблюдатели — все диапазоны, CW и SSB; E — ветераны Великой Отечественной войны; G1 — радиостанции мемориала "Победа" — несколько операторов — все диапазоны — один передатчик — CW и SSB; G2 — радиостанции мемориала "Победа" — один оператор — все диапазоны — один передатчик — CW и SSB.

Контрольные номера состоят из оценки сигнала (RS, RST) и порядкового номера связи, начиная с 001. За радиосвязи со своей страной по списку стран диплома Р-150-С начисляется 1 очко, другими странами на своем континенте — 2 очка, с другими континентами — 3 очка. Каждая страна по Р-150-С дает одно очко для множителя на каждом диапазоне. В этом году в список внесены некоторые изменения (он приведен на сайте СРР). В дополнение к этому списку в данных соревнованиях европейская и азиатская части России засчитываются как отдельные множители. К европейской части России относятся R1, R2, R3, R4, R6, R9X, R9W, R9S, R9F. К азиатской части России относятся остальные R9, а также R8 и R0.

В электронном виде отчеты надо высылать по адресу **cqm@srr.ru** . Отправителю будет автоматически высылаться подтверждение о получении отчета. Если подтверждение о получении отчета не будет получено в течение двух недель, рекомендуется отправить отчет повторно либо отправить запрос по адресу **ua0agi@andys.ru** . Отчет следует отправлять не позднее 15 июня 2007 г. по адресу: 660049, Красноярск - 49, аб. ящ. 25464 .

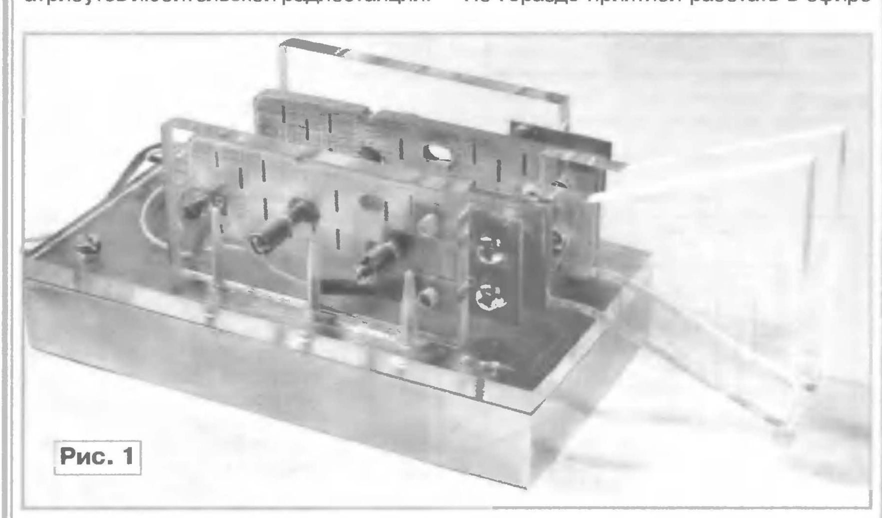
Простой телеграфный манипулятор

Андрей ЛАЮК, г. Москва

В статье описана простая конструкция "ямбического" телеграфного манипулятора, который можно изготовить в домашних условиях за несколько дней, не используя специального оборудования.

Несмотря на более чем столетнюю историю, телеграф не сдает свои позиции в радиолюбительском эфире. Поэтому телеграфный манипулятор еще долго будет одним из необходимых атрибутов любительской радиостанции.

Перед начинающим коротковолновиком часто встает вопрос выбора манипулятора для своей радиостанции. Сейчас, имея деньги, можно приобрести манипулятор известных зарубежных фирм. Но гораздо приятней работать в эфире


Рис. 1

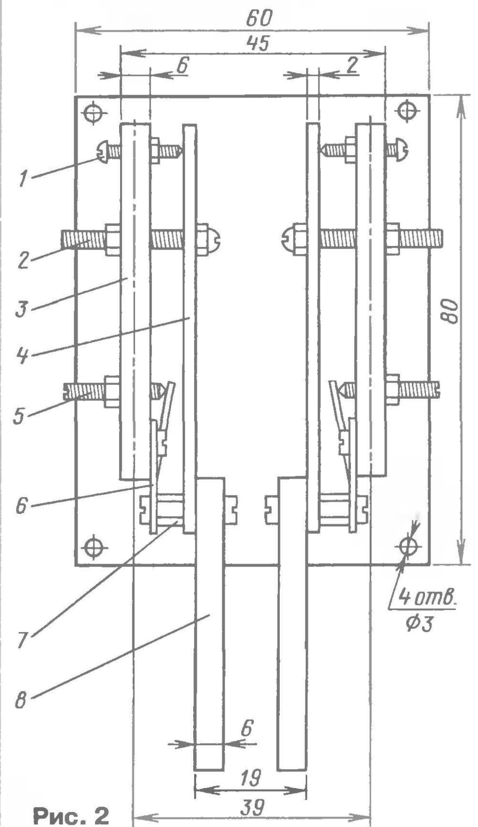


Рис. 2

на ключе, сделанном своими собственными руками, особенно, если он мало чем уступает очень дорогим фирменным агрегатам.

Существуют три вида телеграфных манипуляторов. Самым первым был вертикальный ключ. Для качественной работы на таком ключе требуются годы тренировок, и без учителя начинающему коротковолновику за этот ключ лучше не браться. Второй вид — это горизонтальный манипулятор. Точки и тире формируются нажатием на рычаг влево или вправо. Существует огромное число конструкций таких манипуляторов, начиная от простейших, в виде отрезка ножовочного полотна, и заканчивая прецизионными механизмами фирмы Vibroplex и многих других.

Третий вид — двурычажный ямбический манипулятор. В такой конструкции легко добиться четкой работы ключа, мягкого нажатия на рычаг, полного отсутствия дребезга контактов и независимой регулировки усилия нажатия.

Предлагаю конструкцию простого ямбического манипулятора, не требующую сложных токарных и фрезерных работ. Его внешний вид представлен на **рис. 1**.

Идея этого манипулятора взята у В. Н. Голутвина [1], а для его изготовления необходим минимальный комплект инструментов: тиски, дрель, ножовка, напильник, сверла и метчики. Из материалов потребу-

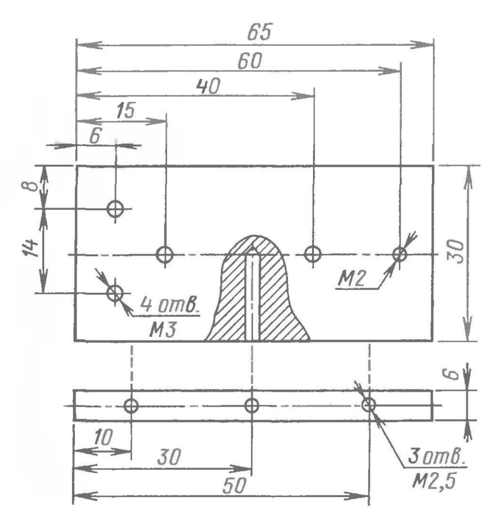


Рис. 3

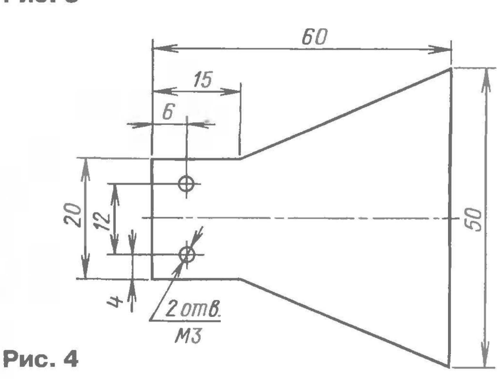


Рис. 4

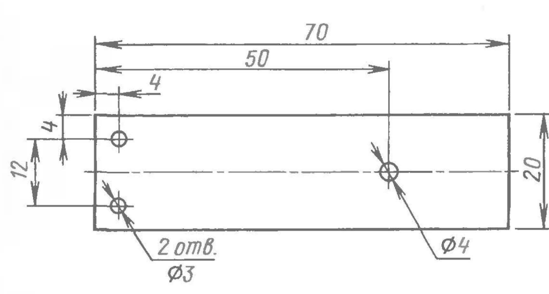


Рис. 5

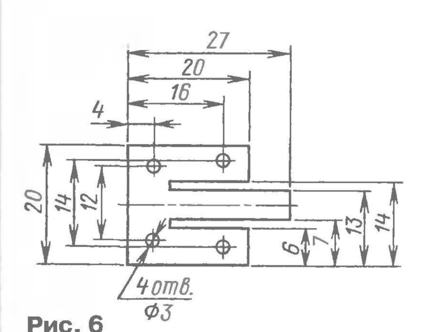


Рис. 6

ются оргстекло и фольгированный стеклотекстолит. Полностью прибор можно собрать за пару выходных дней.

Манипулятор (**рис. 2**) состоит из основания, на котором установлены две одинаковые боковые стойки (3). К этим стойкам двумя винтами прикреплены пружины манипулятора (6). Также на них установлены регулировочные винты (2 и 5) и неподвижные контакты (1).

Главная часть манипулятора — Ш-образная пружина из фольгированного стеклотекстолита. Толщину и, как следствие, упругость этой пружины каждый может подобрать под себя. Дополнительно, отгибанием средней части пружины винтом (5), регулируется усилие нажатия. Через две металлические резьбовые втулки (7) к другому концу пружины крепятся лопасть манипулятора (8) и подвижный контакт (4), выполненный из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм. Неподвижный контакт (1) — посеребренный винт. Зазор между контактами регулируется вторым винтом 2, который проходит через отверстие в подвижном контакте.

Таким образом, необходимо изготовить всего четыре пары простых деталей. Стойки (**рис. 3**), лопасти (**рис. 4**) и подвижные контакты (**рис. 5**) обрабатывают парами, зажав в тиски. Пружину (**рис. 6**) вырезают из расслоенного стеклотекстолита обычными ножницами. Толщина пружины в авторском варианте — 0,5 мм. Как утверждает В. Голутвин, пружины не теряют своей упругости много лет.

В этой конструкции обеспечено отсутствие люфтов, мягкость нажатия и четкое тактильное ощущение момента контакта.

Размеры деталей на рисунках приведены для справок. Все детали можно выполнить из любых материалов и любой формы. Можно вставить манипулятор в корпус, утяжелив конструкцию несколькими грузилами, либо установить на массивную подставку из металла, стекла или поделочного камня.

Вариантов электронной части ключа (формирующей сигнал) достаточно много приведено на страницах журнала "Радио" и в Интернете. Есть также множество компьютерных программ, позволяющих подключить манипулятор и работать в эфире.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Голутвин В.** Манипулятор без токарно-фрезерных работ. — **<www.qsl.net/ut1wpr/Paddles/paddles.htm>**.

2. **Зинкевич В.** Телеграфный ключ с "ямбическим" режимом работы. — Радио, 1987, № 7, с. 15—17.

3. Коллекция ссылок по конструкциям ключей. — **<www.qsl.net/va3rj/cw_key.html>**.

4. Телеграфный ключ на микроконтроллере. — Радио, 2006, № 8, с. 71—73.

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев, фото — автора

СПОРТИВНАЯ

РЕТРО

ДВУХТОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР

Г. ШУЛЬГИН (UA3ACM),
мастер спорта СССР

Одно из основных требований, предъявляемых к усилителям однополосного сигнала,— линейность их амплитудной характеристики. Усилитель с плохой линейностью обычно является источником помех другим радиолюбителям, а иногда и телезрителям. Для выявления нелинейных искажений в усилителях SSB сигнала применяют метод испытания двумя тонами.

Если подать на вход однополосного передатчика два низкочастотных сигнала разных по частоте, но одинаковых по амплитуде, то сигнал на выходе усилителя мощности будет изменяться по синусоидальному закону от нуля до максимального значения (рис. 1). Период

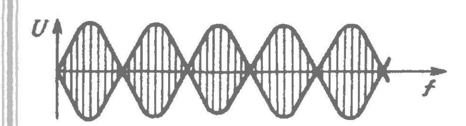


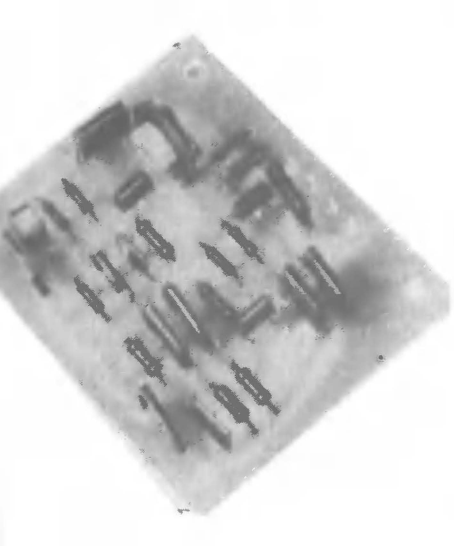
Рис. 1

изменения определяется разностью частот на входе передатчика. По форме огибающей выходного сигнала, по отклонениям её от синусоидального закона можно судить о линейности амплитудной характеристики устройства.

Форму и уровень сигнала контролируют осциллографом. Так как амплитуда выходного напряжения исследуемого усилителя составляет обычно десятки вольт, то сигнал можно подать непосредственно на отклоняющие пластины осциллографа (в том числе и низкочастотного).

Источником двухтонального сигнала может быть генератор, схема которого

РАДИО № 4, 1981 г. ◆



чены оба генератора устройства) составляет около 0,1 В. Выходное сопротивление — около 300 Ом.

Налаживание начинают с точной установки частоты генераторов. Для этого, подавая поочередно питание на каждый из них, подбирают элементы Т-мостов. При этом следует иметь в виду, что для сохранения хорошей синусоидальной формы выходного сигнала сопротивление резисторов *R2* (*R6*) и *R4* (*R7*) должно быть примерно в 10 раз больше сопротивления резистора *R3* (*R8*), а емкость конденсаторов *C1* (*C6*) и *C4* (*C8*) — в два раза меньше емкости конденсатора *C3* (*C7*).

После установки частот генераторов видно из рис. 2, прибор имеет отдельные выводы для подключения питания генераторов. Это позволяет при необходимости подавать на передатчик однотональный испытательный сигнал частотой соответственно 1550 и 2150 Гц. В этом случае для коммутации цепей питания генератора устройства необходимо установить переключатель на два направления и четыре положения (*«Выключено», «1550 Гц», «2150 Гц», «Двухтональный сигнал»*). Можно использовать и переключатель на одно направление, «развязав» точки переключения генераторов двумя диодами (любого типа). Для установки уровня выходного сигнала на выходе прибора

изображена на рис. 2. Он состоит из двух генераторов с обратной связью через двойные Т-мосты и эмиттерного повторителя. Генератор, собранный на транзисторе *V1*, вырабатывает частоту 1550 Гц, а на *V2* — 2150 Гц. Через развязывающие резисторы *R1* и *R5* сигналы генераторов поступают на эмиттерный повторитель (транзистор *V3*).

При использовании элементов с номиналами, указанными на схеме, «суммарное» выходное напряжение (вклю-

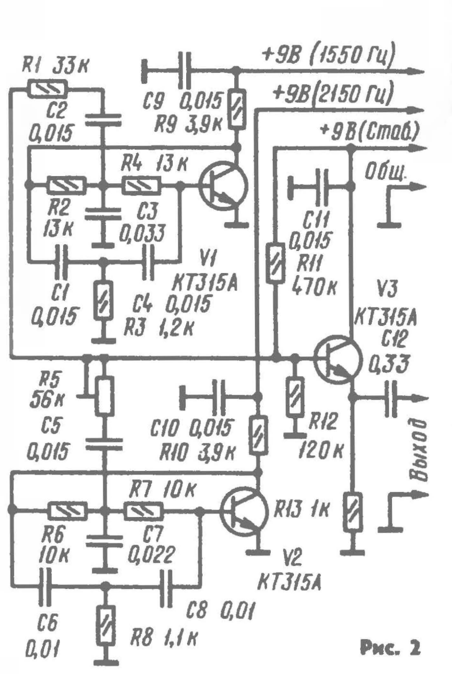
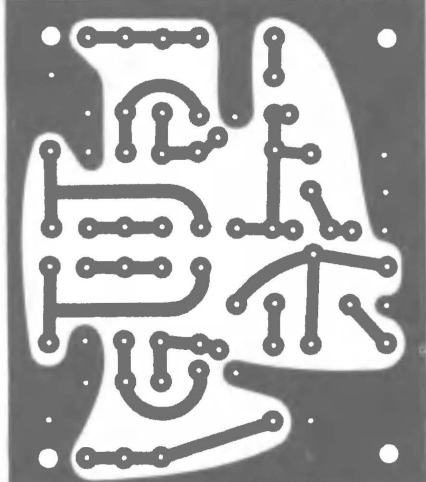


Рис. 2



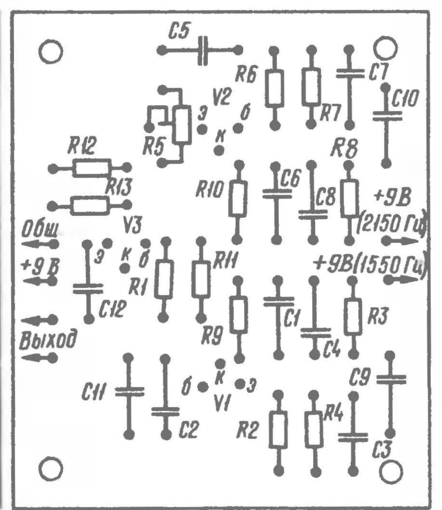


Рис. 3

подстроечным резистором *R5* выравнивают амплитуды сигналов. Так как резистор *R5* в некоторой степени влияет и на уровень сигнала генератора на транзисторе *V1*, эту операцию проводят методом последовательных приближений.

Генератор собран на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм и размерами 55×65 мм (рис. 3). В нем использованы конденсаторы КМ-5, резисторы ОМЛТ-0,125 (*R5* — СП3-1А), транзисторы КТ315 с любым буквенным индексом. В приборе можно применить любые низкочастотные или высокочастотные транзисторы структуры *n-p-n* или *p-n-p*. Естественно, что в приборе на транзисторах структуры *p-n-p* полярность источника питания должна быть другой. Как необходимо включить переменный резистор сопротивлением 5... 15 кОм.

При настройке передатчика с помощью генератора к усилителю мощности подключают эквивалент антенны, сигнал с которого подают на осциллограф. Уровень сигнала с двухтонального генератора устанавливают таким же, как и максимальный уровень сигнала, развиваемый микрофоном, с которым используется передатчик. Включив передатчик, подбирают частоту развертки осциллографа так, чтобы получилось устойчивое изображение осциллограммы на экране. После этого регулируют передающий тракт, добиваясь минимальных искажений огибающей ВЧ сигнала.

г. Москва

◆ РАДИО № 4, 1981 г.

1981, № 4, с. 18—19

Антенный блок диапазона 1260 МГц

Игорь НЕЧАЕВ (UA3WIA/3), г. Москва

Среди ультракоротковолновиков все большей популярностью пользуется диапазон 23 см. В журнале уже были статьи, посвященные технике и антеннам этого диапазона. Публикуемая статья описывает схемотехнику и методы изготовления антенного блока с регулируемой выходной мощностью.

Предлагаемый антенный блок (АБ) диапазона 1260 МГц предназначен для совместной работы с трансвертером с выходной мощностью 150...200 мВт. Он является усовершенствованным вариантом АБ, описанного в [1]. Его особенность — модульное построение конструкции, благодаря чему можно проводить изготовление и настройку модулей отдельно друг от друга, а при необходимости модернизировать или ремонтировать АБ их заменой.

Схема АБ показана на **рис. 1**. Он содержит модули:

— буферный усилитель (БУ) на микросхеме DA1;

— два идентичных усилителя мощности (УМ) на гибридных микросхемах DA3 и DA4;

— малошумящий антенный усилитель (АУ) на полевом транзисторе VT4;

— антенный коммутатор-сумматор (K1, L9, L10);

— модуль управления (VT1—VT3).

Рассмотрим работу устройства в режиме "RX". Напряжение питания поступает на АБ постоянно. Интегральный стабилизатор на микросхеме DA2 стабилизирует напряжение питания АУ. Транзисторы VT1—VT3 закрыты, поэтому БУ, УМ и реле K1, а также диоды VD1, VD2 будут обесточены. В этом случае сигнал с антенного разъема XW2 через контакты реле поступает на вход АУ, а с него на разъем XW1 и далее на кабель снижения. Коммутационные диоды VD1, VD2 закрыты и на прохождение сигнала практически не влияют. Ограничительные диоды VD5—VD8 служат для защиты полевого транзистора от мощных сигналов УМ.

В режиме "TX" на шину TX (вывод 7 разъема XS1) подают постоянное напряжение от 3...12 В. Транзисторы VT2, VT3 открываются, и на БУ, УМ и реле K1 поступает питающее напряжение. Реле переключает контакты, а диоды VD1, VD2 открываются, и их сопротивление уменьшается до нескольких ом. В этом случае сигнал трансвертера через диод VD1 поступает на вход БУ. Отрезок коаксиального кабеля W1 электрической длиной λ/4 замкнут сопротивлением диода VD2, и поэтому в точке своего подключения к конденсатору C1VD1 имеет высокое входное сопротивление и не оказывает существенного влияния на сигнал трансвертера.

Режим микросхемы DA1 по постоянному току задают резисторами R3 и R5, а потребляемый ток — результирующим сопротивлением резисторов R7—R12. Конденсатор C12 необходим для согласования микросхемы с двумя включенными параллельно отрезками кабеля W2 и W3.

Рис. 1

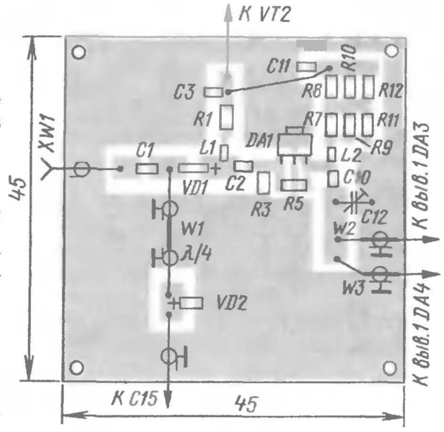


Рис. 2

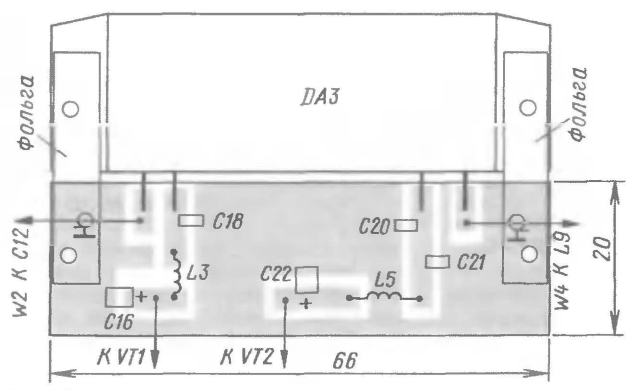


Рис. 3

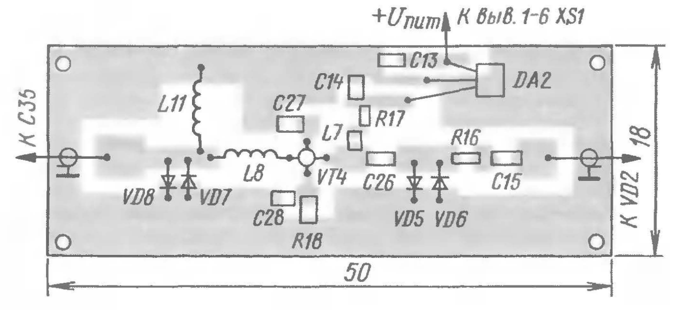


Рис. 4

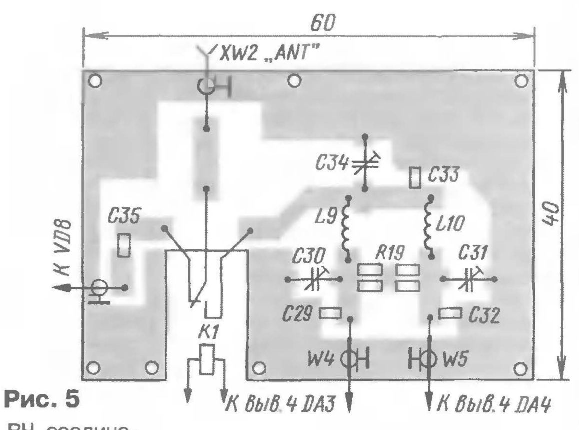


Рис. 5

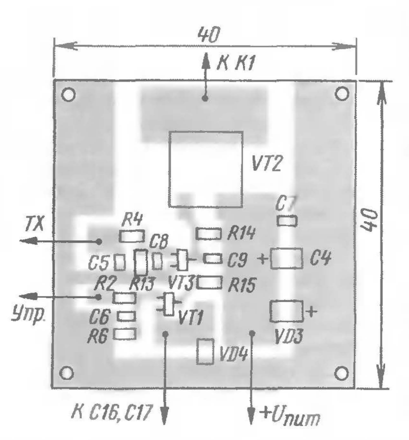


Рис. 6

В БУ сигнал усиливается и через два одинаковых отрезка кабеля W2 и W3 с электрической длиной λ/2 поступает на входы УМ, где и обеспечивается основное усиление по мощности. С их выходов также через два аналогичных отрезка кабеля W4 и W5 сигналы поступают на сумматор—разветвитель Вилкинсона, собранный на элементах L9,L10,R19,C29—C34, в котором происходит сложение сигналов с двух УМ. Через контакты реле K1.1 сигнал поступает на антенное гнездо XW2.

Плавную регулировку выходной мощности УМ осуществляют подачей на шину управления (вывод 8 разъема XS1) постоянного напряжения 0...12 В. При этом на эмиттере транзистора VT1 формируется напряжение 0...5 В, необходимое для регулировки выходной мощности каждого УМ от единиц милливатт до 18 Вт.

Каждый из модулей собран на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. На **рис. 2** приведен эскиз платы БУ, на **рис. 3** — УМ, на **рис. 4** — АУ, на **рис. 5** — сумматора—коммутатора, а на **рис. 6** — модуля управления. Вторую сторону печатных плат используют в качестве экрана и общего провода и соединяют с общим проводом монтажной стороны через отверстия и по краям с помощью фольги.

Модули винтами крепят на ребристое с одной стороны алюминиевое основание—теплоотвод (**рис. 7**) размерами примерно 150×150 мм. Высокочастотные разъемы XW1 и XW2 сначала устанавливают на плату соответствующего модуля, а затем, вместе с ней, — на основание.

Плата УМ припаяна к выводам микросхемы и дополнительно соединена с ее корпусом отрезками фольги через отверстия в плате и корпусе.

ВЧ соединения выполнены коаксиальным кабелем, а НЧ (питание, коммутация и управление) — проводами соответствующего сечения. По краю основания устанавливают металлический бортик и закрывают конструкцию металлической крышкой.

В устройстве в основном применены детали для поверхностного монтажа: микросхема DA1 — SGA-9289; DA2 — любой маломощный стабилизатор напряжения 5 В серий 78L, 1157, 1158; транзисторы VT1, VT3 — КТ3130 с любыми буквенны-

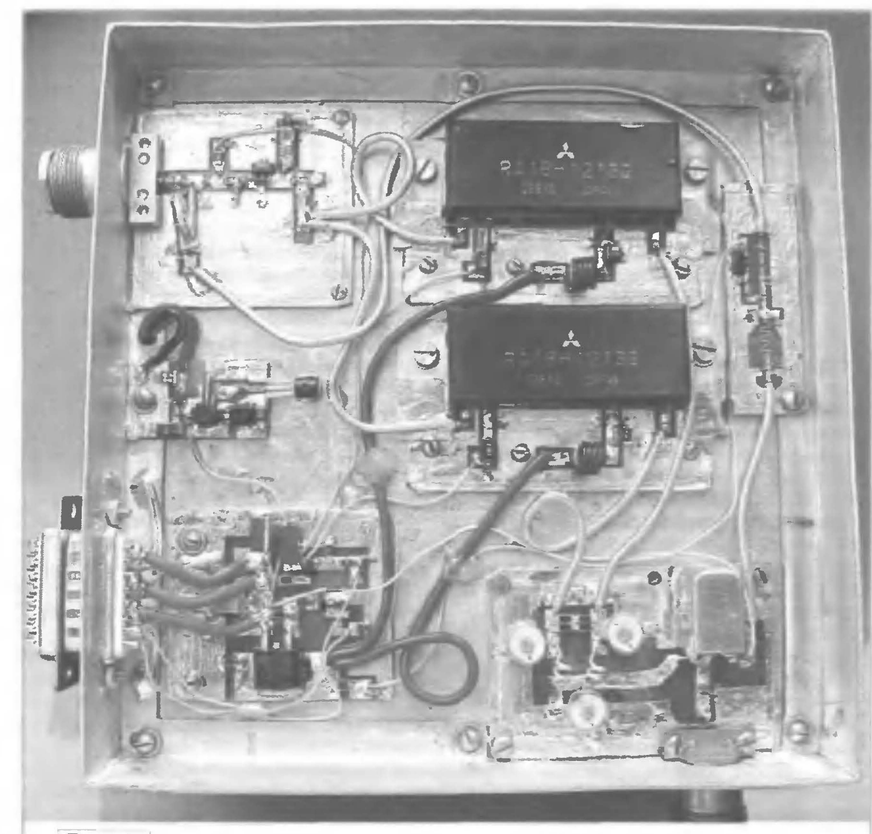


Рис. 7

ми индексами; VT2 — переключательный транзистор из приведенных в [2] (р-канал) с сопротивлением открытого канала не более 0,02 Ом или аналогичный. Диод VD3 — любой мощный выпрямительный; стабилитрон VD4 — любой малогабаритный на напряжение стабилизации 5,6...6,2 В. Резисторы — Р1-12 (типоразмер 1206), оксидные конденсаторы — танталовые для поверхностного монтажа, остальные постоянные — К10-17 или аналогичные, подстроечные конденсаторы — КТ4-25. Реле использовано РЭК-43 на напряжение срабатывания 10...12 В, его впаивают в паз платы. Гнезда XW1, XW2 — типа N для монтажа на плату.

Катушки L1, L2, L7 — для поверхностного монтажа LQW или аналогичные индуктивностью 10...33 нГн, их можно заменить на самодельные бескаркасные — 8—10 витков провода ПЭВ-2 0,1 на оправке диаметром 1 мм. Дроссели L3, L4 — для поверхностного монтажа СМ45 или аналогичные индуктивностью 10...100 мкГн. Катушки L5, L6 намотаны проводом ПЭВ-2 диаметром 1,2...1,5 мм на оправке диаметром 4 мм и содержат 4—5 витков. Катушки L8, L11 намотаны с шагом 1...2 мм посеребренным проводом диаметром 0,2 мм на оправке диаметром 2 мм и содержат 3 и 6 витков соответственно, L9, L10 — 1,5 витка посеребренного провода диаметром 1 мм на оправке 2,5 мм. Коаксиальный кабель полужесткий РК50-2-25 или мягкий РК50-2-22, обязательно с фторопластовой изоляцией. Внешний проводник припаивают непосредственно к плате, а центральный (минимальной длины) — к площадке.

Для охлаждения устройства можно установить вентиляторы от компьютерной техники, которые могут работать постоянно или включаться по команде устройства термоконтроля (на рис. 7 посередине слева). В АБ можно использовать один УМ, в этом случае все элементы сумматора, кроме С34, надо исключить. Длина отрезков коаксиального кабеля между XW1 и АУ и АУ и модулем коммутации—суммирования может быть произвольной.

При налаживании передающей части подстроечными элементами добиваются максимальной выходной мощности. АУ настраивают по минимуму КСВ изменением индуктивности катушки L8. Если есть возможность контроля коэффициента шума, то его можно попытаться минимизировать за счет изменения тока стока транзистора подбором резистора R18.

Если АБ использовать совместно с трансивером диапазона 23 см выходной мощностью несколько ватт, БУ из конструкции можно исключить, заменив его на резистивный аттенюатор с соответствующими затуханием и рассеиваемой мощностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Антенный блок диапазона 1260 МГц. — Радио, 2004, № 10, с. 64—66.

2. Мощные полевые переключательные транзисторы фирмы INTERNATIONAL RECTIFIER. — Радио, 2001, № 5, с. 45.

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Четвертое поколение

Александр ГОЛЫШКО, главный эксперт ЗАО "Система Телеком", г. Москва

"640 КБ оперативной памяти должно быть достаточно для каждого".

(Билл Гейтс, 1981)

Рожденный для переделки

Мобильная связь — знамение современной эпохи, о чем сегодня знают не только дети. Почему так? Согласитесь, именно дети сегодня в совершенстве владеют и компьютерами, и мобильными "наворотами" в своих телефонах. У них не возникает вопросов —зачем в них то или иное приложение. Раз оно есть, значит, используем. Оставшаяся популяция владельцев "мобильников" отличается значительно большей осторожностью — то их тарифы интересуют, то покрытие, то просто недосуг. Тем не менее потребности растут невиданными темпами, и пользователям уже мало triple play (т. е. голос + данные + видео), и им уже нужен quard play, что означает triple play + мобильность. Мобильность же получается понятно откуда, посему в мобильную связь "вбиваются" все новые и новые миллиарды у.е. Впрочем, за "страждущих" пользователей часто говорят сами производители оборудования — они давно и лучше вас знают, что вам нужно.

Поэтому все последние годы ознаменованы неоднократными призывами к решительной модернизации сетевой инфраструктуры и сервисного набора мобильной связи. Поверх новых сетей должны, наконец, "пойти" новые информационные технологии (ИТ). Еще не развернутые новые сети уже много лет воспринимаются как нечто данное сверху "технологическими богами". Вот, мол, будет третье поколение мобильной связи (3G), и все будет. Тем не менее мировая революция по каким-то причинам все еще не произошла: несмотря на то что сети 3G развернуты во многих странах, их развитие постоянно отставало от "желанных" объемов. То ли "верхи не могли", а "низы не хотели", то ли, скорее, наоборот — "низов" с высокими потребностями в мобильной передаче данных постоянно не хватало, а что касается "верхов", то на одной только выдаче лицензий на сети 3G европейские бюрократы "срубили" свыше 200 млрд евро! Так что сетям 3G долго не хватало не только абонентов, но и инвестиций. И еще идей, ибо цифровые сети 3G были созданы исключительно под сколько-нибудь высокие скорости передачи данных. Ведь проблема качественной передачи голоса была успешно решена цифровыми сетями второго поколения (2G) стандартов DAMPS, GSM, cdmaOne (IS-95) и cdma2000 1x. Идей по генерации новых услуг и не хватало. А ведь мало сгенерировать услугу — в ее полезности еще нужно убедить потенциальных абонентов.

Спустя пять лет после начала развертывания сетей 3G сменились побудительные мотивы их внедрения — у неимоверно развившихся сетей 2G (сейчас в мире только абонентов GSM свыше 2 млрд) стал заканчиваться клиент, поскольку наша планета тоже имеет конечные размеры, а оставшееся на ней "немобильное" население — совсем "никакие" доходы. Стали притормаживать и доходы компаний-операторов, поэтому им оставалось наращивать сервисный пакет, предлагаемый абоненту (это в "приличных домах" называется диверсификацией сервиса). Тут, казалось бы, и "пошли" сети 3G, получив соответствующий рыночный импульс. Но не тут-то было...

Важный элемент

Мобильная передача данных — важнейший элемент глобальной информационной инфраструктуры будущего. И с этим трудно спорить. Считается, что самым перспективным направлением развития телекоммуникационных сетей станут технологии прямого общения и местоопределения участвующих в нем элементов. Возможно, вы знаете о законе Меткалфа, согласно которому ценность сети растет в квадратичной зависимости от количества подключенных к ней устройств, и потому огромный потенциал для развития сетей открывают именно мобильные телефоны. Представляете, насколько возрастет ценность Интернета, если подключить к нему миллиард трубок? А насколько увеличится клиентская база такого мобильного Интернета? Малообеспеченные слои населения, которым компьютер не по карману, смогут позволить себе телефон (он стоит не дороже транзисторного приемника) и подключиться к Интернету через него.

К вступлению в глобальное информационное общество ныне готовятся мировые экономические империи, международные организации, крупнейшие СМИ, телекоммуникационные операторы, культурные и образовательные учреждения, а также политические институты. Это требует создания глобальной супермагистрали, прообразом которой стала сеть Интернет. Естественно, нужна универсальная система подвижной связи, поддерживающей, кроме обычной голосовой связи, широкий набор услуг мультимедиа, включая важный фактор — мгновенный доступ к услугам и обеспечение "прозрачности" сетей фиксированной и мобильной связи для их доставки.

Концепция систем и сетей 3G (о ней написано достаточно) вроде бы предусматривает все это великолепие. Причем скорости передачи информации до 384 кбит/с должны быть доступны высокоподвижным пользователям, а скорости до 2 Мбит/с — пользователям с ограниченной мобильностью в микро- и пикосотах. Стоимость услуги должна быть минимальна при приемлемом ка-

честве и уровне безопасности. Казалось бы, долгожданное универсальное решение для мобильных пользователей найдено и...

В начале XXI века мобильная связь стремительно превзошла фиксированную по количеству абонентов, хотя фиксированная связь все равно держит первенство по возможностям широкополосного доступа. И на этой площадке радиотехнологии обречены всегда проигрывать, ибо физическая среда у фиксированных ("кабельных" и "проводных") абонентов, как правило, на каждого своя, а у беспроводных — одна на всех. Да еще обеспечение функции мобильности заставляет резервировать радиочастотный ресурс в соседних базовых станциях, тогда как у фиксированной беспроводной связи этих проблем нет. Да еще скорость передачи данных (а также достоверность этого процесса) в условиях переотражений и многолучевого приема начинает снижаться с увеличением скорости перемещения абонента. Да еще фиксированный беспроводный доступ может пользоваться направленными антеннами, тогда как мобильная связь вынуждена довольствоваться приемом на ненаправленную антенну. Да еще помехи, да еще всемирный дефицит радиочастот. И еще много таких "еще"...

И опять процесс развития сетей 3G не увенчался чувством полного удовлетворения, ибо, во-первых, полученные скорости передачи данных быстро "устарели", а во-вторых, многие так называемые "услуги 3G" стали доступны в значительно более экономичных сетях 2,5G. Оказалось, что "кое-какой доступ" в Интернет можно организовать и поверх уже развернутых сетей 2G — GPRS/GSM, cdma2000 EV-DO. Абонентам-то важны услуги, а не технологии. А ведь из ТВ рекламы мы знаем, что если эффект тот же, то зачем платить больше?

Шаг вперед

Отныне, начиная с концепции 3G, сеть мобильной связи состоит из двух частей: из высокомобильной с относительно невысокими скоростями передачи данных и из пико-сот (так называемые хотспоты — hot spots) с ограниченной мобильностью (а то и фиксированной связью), в которых и получатся вожделенные мегабиты в секунду. Ну а если скоростей не хватает, нужно добавить новых технологий.

Интересно, что выход наметился в модернизации сетей 3G с помощью приемов, уже опробованных в перспективных системах беспроводного широкополосного доступа (БШД). Во-первых, это использование технологии Multiple Input Multiple Output (MIMO), при которой организуются одновременная передача и прием данных через антенну для повышения качества получаемого радиосигнала. Передача данных ведется одновременно в несколько потоков, которые впоследствии обрабатываются при приеме сигнала. Это помогает увеличить итоговую скорость передачи. Во-вторых, это ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM). В-третьих, многоступенчатая адаптивная модуляция, когда в зависимости от условий приема (удаленности от базовой станции) системой связи автоматически используются наиболее подходящие виды модуляции — пусть скорость передачи данных меньше, зато надежно (т. е. лучше меньше, да лучше). И, наконец, все это стало возможным благодаря развитию процессоров цифровой обработки информации (DSP — Digital Signal Processor), которые широко используются для обработки потоков графической информации, аудио- и видеосигналов в режиме реального времени.

Как заявляют эксперты, к 2012 г. более 60 % доходов на рынке оборудования для мобильной связи (совокупный объем выручки превысит 100 млрд долларов) будет приходиться на модернизированные сети 3G. К примеру, сети высокоскоростного пакетного доступа (High-Speed Packet Access — HSPA), по сути, являются усовершенствованной версией технологии WCDMA. HSPA имеет две ветви.

Первая из них — HSDPA (High Speed Downlink Packet Access — технология высокоскоростного пакетного доступа по каналу "вниз", т. е. к абоненту). Это очередной шаг в процессе эволюции самого популярного стандарта беспроводной связи — GSM/WCDMA, использующего существующую инфраструктуру. Важнейшими достоинствами технологии HSDPA для операторов является значительное повышение емкости сети, существенное уменьшение времени задержки (в получении отклика на запрос) и предоставление максимальной скорости передачи данных к абоненту до 14 Мбит/с (на сектор базовой станции). В реальных городских условиях при быстром перемещении абонента скорость передачи данных будет значительно меньше, но все равно она в разы больше, чем в классической сети 3G.

Обратный канал "вверх" (Uplink) предоставляет соответственно технология HSUPA. В конце 2006 г. компании Samsung и Nortel продемонстрировали возможности скоростной передачи видео в мобильных сетях на проходившей в Гонконге выставке ITU Telecom World 2006. В ходе испытаний, проводившихся в сетях стандарта HSUPA, использовались мобильные телефоны и лэптопы. Удалось достичь скорости скачивания (download) 3,6 Мбит/с при теоретическом максимуме 5,6 Мбит/с. Что касается скорости передачи информации от мобильного терминала к базовой станции, то и здесь результаты оказались впечатляющими — 2 Мбит/с вместо стандартных для HSDPA 384 Кбит/с.

Все вышесказанное относилось к европейским сетям 3G на базе WCDMA с шириной полосы радиоканала 5 МГц. В свою очередь, развитие HSPA стало ответом на достижения американо-азиатских сетей cdma2000 EV-DO (rev. A), которые давно замахнулись на мобильные 3,2 Мбит/с, но в гораздо более узкой полосе — 1,25 МГц.

Дальнейшие перспективы еще более оптимистичны — следующее поколение HSPA планирует получить 50 Мбит/с, а cdma2000 EV-DO (rev. B) — 70 Мбит/с. Но, разумеется, уже не в полосе 1,25 МГц и даже не в 5 МГц, а в 20 МГц. Эти плановые показатели иногда преподносятся как "связь четвертого поколения", или 4G. Поэтому уже можно встретить названия типа 3,5G (для WCDMA/HSDPA) и даже 3,75G (для WCDMA/HSDPA/HSUPA или EV-DO rev B). Все эти усилия имеют целью начать соревнование с сетями фиксированной связи за широкополосный доступ.

Поводом же завести разговор про 4G стала ситуация в мире сетей 3G. Выше упоминалось, что до недавних пор дела у 3G обстояли безрадостно. Мало того что крупнейшие компании мобильной связи обременили себя колоссальными долгами и попали в ловушку, так и 3G-телефонов на рынке долгое время просто не существовало. А когда все появилось, то сети успели морально устареть. Они не только не удовлетворяют своими "каноническими" скоростями передачи данных, но и, к примеру, пока не перешли полностью на IP.

Конечно, не стоит преуменьшать роль 3G, но не стоит и преувеличивать. По сообщениям CDMA Development Group (CDG), общее количество абонентов cdma2000 превысило 300 млн (вместе с cdmaOne — 350 млн), причем общее количество абонентов cdma2000 EV-DO составило более 45 млн человек. И эволюционная миграция с технологии 2G/cdmaOne на 3G/CDMA2000 близится к завершению. По сообщениям UMTS Forum в начале 2006 г. в сетях WCDMA был преодолен рубеж в 50 млн абонентов, т. е. вместе с сетями cdma2000 EV-DO в сетях 3G сегодня работают свыше 72 млн абонентов. И конечно, десятки операторов сетей 3G во всем мире уже переходят, к примеру, на HSDPA, но ведь для этого как минимум нужно еще построить сеть WCDMA.

Вот тут некоторые могут спросить — а почему в России нет 3G? Ответить можно вопросом — а разве Россия что-нибудь от этого потеряла? Тем более, что услуги из набора 3G в России уже, к примеру, доступны в сети "Скай Линк", использующей cdma2000 EV-DO (rev. 0). По сообщениям CNews, в 2006 г. объем российского рынка мобильного контента составил 408 миллионов долларов, т. е. за год вырос на 25 %. При этом "специалисты приветствуют скорое появление в России сетей 3G, которое должно привести к росту доли "тяжелого" контента, хотя признают, что в первое время эти сети будут мало востребованы".

А вдруг есть вообще другой путь?

Угроза БШД

Реальные успехи технологий беспроводного широкополосного доступа в части рекордных скоростей передачи данных и заодно "нереальная" безудержная реклама Wi-Fi и WiMAX сделали свое дело. Все операторы во всем мире хотят развивать БШД. К примеру, по данным Pyramid Research показало, что из 100 зарубежных операторов кабельного телевидения и телекоммуникационных операторов 75 уже заявили о намерении развертывать сети WiMAX. При этом аналитики заявляют, что по достигнутым скоростям передачи данных WiMAX на два года опережает конкурирующую технологию 3G. Уже более года действует стандарт мобильного

WiMAX (IEEE 802.16e), и в текущем году должно появиться соответствующее абонентское оборудование.

Среди свежих примеров — американский Sprint Nextel, объявивший о развертывании национальной сети WiMAX (начальные инвестиции составят 3 млрд долларов). Как ожидается, проект Sprint Nextel, поддерживаемый компаниями Intel, Motorola и Samsung, сделает беспроводной широкополосный доступ в 10 раз дешевле существующих на данный момент сетей 3G. Оператор хочет, чтобы его обслуживание больше походило на домашнюю беспроводную сеть, чем на услуги мобильных операторов. Руководство компании планирует приступить к коммерческому обслуживанию населения в конце 2007 г. и за 2008 г. надеется подписать на свои услуги около 100 млн граждан США, сообщает информационное издание Wireless.

Новая сеть будет использовать лицензированный компанией Sprint Nextel значительный частотный ресурс в диапазоне 2,5 ГГц, позволяющий обеспечить радиопокрытие 85 % домовладений на 100 крупнейших рынках США. На сегодня это самое обширная зона обслуживания среди всех операторов беспроводной связи США в любом отдельно взятом частотном диапазоне. Остается добавить, что оператор часто называет свою сеть 4G.

Использование WiMAX в качестве основы для сети 4G изначально предусматривало отказ от традиционной бизнес-модели сотового оператора. Доступ к глобальной сети в новом обслуживании является основополагающей задачей, а сама бизнес-модель становится "открытой". Пользователь сам определяет, как ему использовать Интернет, в отличие от классической модели мобильного бизнеса, когда клиенту предложен определенный и достаточно узкий круг услуг. При этом подчеркивается, что широкополосный доступ первичен и специально IP-телефонией компания заниматься не будет.

"Мы уверены, что WiMAX будет дешевле, если Intel начнет выпускать свой чип Wi-Fi/WiMAX, то WiMAX станет лишь на 5 долларов дороже Wi-Fi", — заявил в своем интервью на торговом шоу ITU Telecom World 2006 в Гонконге вице-президент WiMAX Forum по маркетингу Мохаммед Шакури.

Но не одним, как говорится, WiMAX'ом... Продолжает работу над стандартом беспроводной связи Mobile Broadband Wireless Access (MBWA) группа IEEE 802.20 (он же — Mobile-Fi). Благодаря использованию технологии высокоскоростного доступа с малым временем ожидания и бесшовным переходом между базовыми станциями на основе ортогонального мультиплексирования деления частоты Flash-OFDM (Fast Low-latency Access with Seamless Handoff Orthogonal Frequency Division Multiplexing) стандарт MBWA позволит портативным устройствам передавать данные со скоростью свыше 1 Мбит/с (до 16 Мбит/с на сектор). При этом скорость движения самих портативных устройств может достигать 250 км/ч!

Разумеется, далеко не все дают столь оптимистичные прогнозы, но дело не в этом. Ведь продукты на базе Flash-OFDM и WiMAX стали "скромно" именовать 4G неспроста — некоторые страны уже официально объявили о планируемом внедрении 4G, минуя фазу сетей 3G. Вот, к примеру, недавно финский регулятор принял неожиданное решение: в диапазоне 450 МГц будет развиваться не cdma2000, а Flash-OFDM. Да и Sprint Nextel как-то завил, что постепенная эволюция систем мобильной связи слишком медлительна и его не устраивает. Если дело пойдет дальше в том же ключе — в витринах магазинах "Оборудование 3G" скоро появятся транспаранты: "Ликвидация!". И можно будет купить дешевле, но...

Будет четвертое...

В ноябре минувшего года крупнейшие операторы Sprint Nextel, Vodafone Group, China Mobile Communications, Orange, NTT DoCoMo, Royal KPN и T-Mobile International заявили об образовании альянса Next Generation Mobile Networks (NGMN), ставящего своей задачей продвижение набора рекомендаций, которым должны отвечать технологии мобильных сетей связи нового поколения. NGMN выступает также за то, чтобы сузить круг технологий, которые последуют за 3G-системами на базе HSPA и cdma2000 EV-DO.

Планируемая скорость передачи данных во всей зоне обслуживания — не менее 100 Мбит/с при скорости перемещения абонента до 300 км/час и не менее 1 Гбит/с — для фиксированных абонентов и абонентов с ограниченной мобильностью. Причем уже достигнуты скорости до 2,5 Гбит/с. В числе особенностей, рекомендованных участниками NGMN для 4G, — высокая пропускная способность с малым временем отклика (для эффективной работы с IP-приложениями); низкие расходы на управление и сопровождение; поддержка аутентификации, безопасности и дифференцированных уровней обслуживания.

Впрочем, и на NGMN "свет клином не сошелся". В аналогичную работу вовлечены ITU-R, 3GPP, 3GPP2, IETF (Internet Engineering Task Force), WINNER (Wireless World Initiative New Radio), European Union research project, многие поставщики и операторы. Требования к "платформе 4G" должны быть сформулированы к 2010—2012 гг., вопросы выделения радиоспектра будут обсуждаться на очередной Всемирной конференции радиосвязи WRC-2007. И последнее — самое важное, ибо для успешного развития всего описанного выше великолепия нужно найти свободный радиочастотный ресурс.

Одной техники мало — от "партии 4G" ожидают, прежде всего, новых сервисов, ради которых абоненты будут платить деньги. Во всем мире целые армии аналитиков, маркетологов и стратегов размышляют сегодня — откуда взять эти сервисы и приложения. И очень может быть, что ищут они не в том месте. А вы спросите, к примеру, детей, чего бы им не хватало в современных сервисах, и вспомните, что именно им, а не вам, предстоит стать абонентами "4G" и того, что будет за ними.

Немного истории

Как только зародилась любительская радиосвязь на коротких волнах, сразу же возник вопрос об оценке качества приема радиостанции, с которой установлена радиосвязь. На начальном этапе радиолюбители применяли для этого сочетания Q-кода, который в то время уже широко использовали профессиональные радисты. Это были сочетание QSA с оценкой уровня сигнала по пятибалльной шкале и сочетание QRK с оценкой разборчивости сигнала также по пятибалльной шкале. Тон радиостанции обычно оценивался отдельно по пятибалльной шкале. Все это хорошо иллюстрирует QSL (см. **фото**), которую в далеком 1928 г. один из организаторов радиолюбительского движения в Ленинграде В. Нелепец (eu3AM) послал как SWL свердловскому коротковолновику К. Козловскому (eu4BG).

Между тем радиолюбители вели поиск и своей системы оценки качества приема. И только в 1934 г. была предложена система RST, которая сохранилась до наших дней. Сделал это американский радиолюбитель W2BSR в статье, опубликованной в журнале QST [1]. Простая и более соответствующая требованиям любительской радиосвязи она быстро завоевала популярность в мире. Разборчивость сигналов (R) оценивается в этой системе по пятибалльной шкале, а сила сигналов (S) и тон (T) — по девятибалльным шкалам. Вскоре появился и вариант этой системы для оценки качества приема радиостанций, работающих телефоном, — RSM. Модуляция (M) в ней оценивалась по пятибалльной шкале. Система RSM просуществовала до начала 60-х годов прошлого столетия. Распространение однополосной модуляции сделало бессмысленным оценку качества модуляции по шкале M (например, оценка "мелкая модуляция"), поэтому радиолюбители, работающие SSB, отбросили ее и стали передавать при радиосвязях только оценки разборчивости сигнала и его уровня — RS.

Оценки разборчивости сигналов и тона радиостанции носят эмоциональный характер, а вот оценка уровня сигнала допускает объективный инструментальный контроль — уровень сигнала можно измерить. Позволяющие сделать это приборы (S-метры) вскоре появились в любительской связной аппаратуре. Конечно, и на заре радиолюбительства создатели аппаратуры отдавали себе отчет, что S-метры — это всего лишь измерители относительного уровня сигнала. Абсолютное его значение в любительских условиях определить достаточно сложно. Но и знание относительного уровня дает значительную информацию для радиолюбителя. Оно позволяет сравнивать уровни сигнала различных радиостанций, отслеживать изменения уровня сигнала при разной мощности передатчика корреспондента, измерять характеристики антенн.

Однако долгое время S-метры не могли выполнять эти функции и использовались в основном лишь как "показометры", отражавшие достоверно лишь факт — больше или меньше уровень сигнала. Дело в том, что различные производители

"Все врут S-метры..."

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

аппаратуры (не говоря уже о радиолюбителях) выбирали различные значения для опорной точки на шкале S-метра, соответствующей уровню S9 по оценке RST. Более того, они использовали и различные значения изменения уровня сигнала при переходе к другим значениям шкалы S.

Решение IARU

Такая ситуация не устраивала радиолюбителей, и они разработали рекомендации по калибровке S-метров, которые позволили бы сопоставлять результаты, полученные с использованием аппаратуры различных производителей. Они были приняты на конференции 1-го района Международного союза радиолюбителей в 1978 г. в Венгрии и одобрены в других районах IARU. Вот эти рекомендации.

1. Одна единица шкалы S соответствует разнице в уровне сигнала 6 дБ.

2. На коротковолновых диапазонах (30 МГц и ниже) значению S9 шкалы S-метра должен соответствовать уровень CW сигнала на входе приемника –73 дБм (дБм — децибелы относительно уровня 1 мВт), т. е. 50 мкВ при входном сопротивлении приемника 50 Ом.

3. На ультракоротковолновых диапазонах (выше 30 МГц) значению S9 шкалы S-метра должен соответствовать уровень CW сигнала на входе приемника –93 дБм, т. е. 5 мкВ при входном сопротивлении приемника 50 Ом.

4. Измерительная система S-метра должна быть основана на квазипиковом выпрямлении сигнала с временем установления 10 мс и временем спада не менее 500 мс.

Значения уровней сигнала шкалы S в децибелах относительно 1 мВт, а также в микровольтах для наиболее часто встречающихся значений входного сопротивления приемников для КВ диапазонов приведены в **табл. 1**, а для УКВ диапазонов — в **табл. 2**.

Со временем эти рекомендации признали все производители аппаратуры для радиолюбителей.

Таблица 1

Единицы шкалы	Уровень сигнала, дБм	Напряжение сигнала, мкВ	
		$R_{вх}$=50 Ом	$R_{вх}$=75 Ом
9+40 дБ	–33	5000	6100
9+30 дБ	–43	1600	1900
9+20 дБ	–55	500	610
9+10 дБ	–63	160	190
9	–73	50	61
8	–79	25	31
7	–85	13	15
6	–91	6,3	7,7
5	–97	3,2	3,9
4	–103	1,6	1,9
3	–109	0,8	0,97
2	–115	0,4	0,49
1	–121	0,2	0,24

Таблица 2

Единицы шкалы	Уровень сигнала, дБм	Напряжение сигнала, мкВ	
		$R_{вх}$=50 Ом	$R_{вх}$=75 Ом
9+40 дБ	–53	500	610
9+30 дБ	–63	160	190
9+20 дБ	–73	50	61
9+10 дБ	–83	16	19
9	–93	5	6,1
8	–99	2,5	3,1
7	–105	1,3	1,5
6	–111	0,63	0,77
5	–117	0,32	0,39
4	–123	0,16	0,19
3	–129	0,08	0,097
2	–135	0,04	0,049
1	–141	0,02	0,024

Ну а на самом деле?

В эфире можно часто услышать оценки уровня сигнала по S-метру, подкрепленные ссылкой на показания прибора фирменного аппарата. Гордость владельца аппарата, за который он заплатил несколько тысяч долларов, понятна. Но так ли уж точны S-метры даже очень дорогих аппаратов? В лаборатории ARRL проверили несколько аппаратов, и вот какие были получены результаты [2].

Первая проверка относилась к измерению уровню сигнала, при котором S-метр показывает значение S9. Результаты этих измерений приведены в **табл. 3**. Показания S-метров зависели от того, включен или выключен предварительный РЧ усилитель (ПУ) аппаратов, но самое главное — в любом варианте они были далеки от 50 мкВ (входное сопротивление у приемных трактов этих аппаратов — 50 Ом).

Но еще большее удивление вызывают результаты измерений шага шкалы S-метров (**табл. 4**). Они настолько далеки от рекомендаций IARU, что в статье даже не названы модели аппаратуры. Как следует из таблицы, у одного из аппаратов шаг S был 2...3 дБ вместо полагавшихся 6 дБ! А это значит, что по показаниям этого прибора отношение излучения назад/вперед у направленной антенны в три единицы по шкале S (должно быть 18 дБ), а на самом деле будет всего 9 дБ или даже меньше... Поскольку в статье деликатно не названа модель аппарата, то можно ожидать, что это аппарат известного и популярного производителя.

Таблица 3

Модель	Уровень S9, мкВ	
	ПУвыкл.	ПУвкл.
ICOM IC–7800	58	7,2
Kenwood TS–480SAT	87	18
Ten–Tec Orion	135	33
YAESU FT–857	17	6,6

Таблица 4

Значение S	Аппарат 1		Аппарат 2	
	Уровень, дБм	Шаг, дБ	Уровень, дБм	Шаг, дБ
S1	–89	2	—	—
S2	–87	2	–114	11
S3	–85	3	–103	9
S4	–82	2	–94	5
S5	–80	2	–89	5
S6	–78	3	–84	5
S7	–75	3	–79	4
S8	–72	3	–75	4
S9	–69	—	–71	—

Американский коротковолновик Greg Ordy (W8WVV) провел проверку показаний S-метров нескольких моделей различных фирм — ICOM 756PRO, ICOM 756, ICOM 706MIIG, ICOM 765, YAESU FT-1000MPMKV, YAESU FT-920, KENWOOD TS-440, KENWOOD TS-830. Измерения проводились как с включенными, так и отключенными предварительными усилителями на диапазонах 10, 20 и 80 метров. Результаты этих измерений приведены на сайте [3]. Суммируя результаты этих измерений, можно сказать, что все эти аппараты разных производителей и разного класса оказались "родными братьями" по калибровке S-метров — она у них далека от рекомендаций IARU.

Конечно, калибровка S-метра — это не самый важный параметр трансивера, но при оценке уровней сигнала в эфире необходимо помнить о том, что она даже у самых дорогих моделей не соответствует надписям на шкале прибора.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Braaten A.** A New Standard System of Reporting Signals. Use the R-S-T System. — QST, 1934, October, p. 18.

2. **Tracy M.** Elcfaft XG1 Receiver Test Oscillator. — QST, 2005, April, p. 78.

3. **http://www.seed-solutions.com/gregordy/Amateur%20Radio/Experimentation/SMeterBlues.htm.**

Редактор — А. Мирющенко

Современные средства контроля параметров среды

В статье рассмотрены функциональные возможности и особенности анализатора MI 6201 (производства компании Metrel d.d., Словения) — измерителя температуры, влажности, освещенности, шума и других параметров окружающей среды.

Измерение параметров окружающей среды — непростая задача, поскольку существует множество определяемых свойств, методов измерения и оценки для различных условий, технические и санитарно-гигиенические требования для различных помещений и, как следствие, большой перечень контрольно-измерительной аппаратуры. MI 6201/ MultiNorm (показан на **фото**) стал прибором, объединившим в себе не только несколько измерителей микроклиматических параметров и освещенности, но и прецизионные измерители и анализаторы звукового давления.

Анализатор MI 6201 предназначен для измерения и регистрации параметров окружающей среды в различных помещениях: жилых, административных, производственных. Он обеспечивает измерение температуры воздуха, а также температуры объектов контроля контактным или пирометрическим (в опции) датчиками, скорости воздушного потока, массового расхода, относительной влажности, точки росы, освещенности, яркости, уровня звукового давления (шума). Измеритель производит расчет показателей температурного комфорта. Технические характеристики приведены в **таблице**.

Этим прибором удобно проводить комплексные исследования, поскольку в нем заложено вычисление итоговых показателей на основе проведенных измерений. Прибор прост в эксплуатации, имеет удобный и понятный пользовательский интерфейс. Информативный дисплей с подсветкой, малый вес и габариты, оригинальный дизайн корпуса, рациональная структура меню способствуют легкости в обращении с прибором.

MI 6201 имеет несколько разъемов для подключения первичных преобразователей. При необходимости используется один универсальный микроклиматический датчик для одновременного измерения температуры воздуха, скорости воздушного потока, относительной влажности. Корпус датчика имеет градуированную шкалу для правильного позиционирования относительно объекта измерения. В комплект прибора также входят датчик для измерения освещенности и акустический датчик (измерительный микрофон). Для измерения температуры имеется разъем для подключения термопар K-типа. Опционально предлагаются датчик для измерения яркости, термопара и черный шарообразный термометр.



ХАРАКТЕРИСТИКИ	ПАРАМЕТРЫ	ЗНАЧЕНИЯ
ТЕМПЕРАТУРА (УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДАТЧИК)	Диапазон измерений	–20...+60 °С
	Макс. разрешение	0,1 °С
	Погрешность измерителя	0,3 °С — на 25 °С; 0,6 °С — в остальном рабочем диапазоне
ТЕМПЕРАТУРА (ТЕРМОПАРА К-ТИПА)	Диапазон измерений	–200…+1400 °С
	Макс. разрешение	0,1 °С
	Погрешность	±(0,2 % + 1 °С)
ВЛАЖНОСТЬ (УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДАТЧИК)	Диапазон измерений	0...100 %
	Макс. разрешение	0,1 %
	Погрешность (абсолютная)	2,1 % — в диапазоне 10...90 %; 3,1 % — в остальном диапазоне
СКОРОСТЬ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА (УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДАТЧИК)	Диапазон измерений	0,1…9,99 м/с / 20,0 м/с
	Разрешение	0,01 м/с / 0,1 м/с
	Погрешность	±(0,5 % + 0,05 м/с) — от 0,1 до 9,99 м/с; ±0,5 % — свыше 9,99 м/с
ОСВЕЩЕННОСТЬ	Диапазон измерений	0,01...20000 лк
	Макс. разрешение	0,01 лк
	Погрешность	±(8,5 % + 0,02 лк + 1 ед. сч.)
УРОВЕНЬ ЗВУКА	Диапазон измерений	30...130 дБ
	Динамический диапазон	80 дБ
	Частотный диапазон	20 Гц... 20 кГц
	Чувствительность датчика	50 мВ/Па — класс 1; 30 мВ/Па — класс 2
ОБЩИЕ ДАННЫЕ	Интерфейс	RS-232 гальванически развязанный
	Напряжение питания	6×1,5 В + адаптер питания от электросети
	Габаритные размеры	220×115×190 мм
	Масса	0,7 кг

Комфорт в помещении — понятие многофакторное и для его оценки важно учесть все составляющие. При определении параметров теплового комфорта не достаточно знать только температуру окружающего воздуха или только влажность, важно учесть комплексные показатели, такие как результирующая температура, эквивалентная температура, эффективная температура, асимметрия температуры, индексы PMV (средний оценочный балл качества), PPD (процент пользователей, ощущающих тепловой дискомфорт) и другие параметры. Для оценки тепловых характеристик различных помещений и сред MI 6201 обладает широкими возможностями, поскольку возможно использовать одновременно несколько специальных либо универсальные измерительные датчики.

Важным критерием при оценке окружающей среды стал уровень шума. Городская среда обитания и индустриальное окружение характеризуются множеством факторов и процессов, создающих, в том числе вредные для здоровья человека, уровни шума. Именно поэтому анализ уровня шума относится к вопросам безопасности жизнедеятельности человека. Согласно нормам СНиП здания должны обеспечивать шумовую защиту в пределах безвредных для здоровья человека норм.

При контроле уровня шума рекомендуется использование интегрирующих шумомеров с частотным анализом. MI 6201 для измерения уровня звукового давления использует измерительный микрофон класса 1 или класса 2 (в зависимости от требований). В приборе предусмотрен частотный анализ с использованием октавных или третьоктавных частотных фильтров, частотная коррекция (A, B, C, Lin.) и режим временных фильтров. Обработка звука может проводиться с автоматическим измерением до 19 параметров по двум каналам. Программное обеспечение для сохранения данных на ПК поставляется в комплекте с прибором.

Большой выбор настроек, возможность одновременного измерения нескольких параметров, внутренняя память для регистрации параметров и дальнейшей их обработки обеспечивают контроль и протоколирование измерений.

Набор измеряемых параметров окружающей среды, насыщенная функциональность, компактность, эргономичная конструкция обеспечивают прибору широкие возможности применения.

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте ***<WWW.prist.ru>****. Консультации по вопросам измерительной техники — по телефону (495) 777-55-91 и по e-mail* ***<info@prist.com>****.*



МИКРОАКУСТИКА

620034, Россия, г. Екатеринбург, ул. Марата, 17
тел.: (343) 245.36.39, **факс:** (343) 245.38.17,
e-mail: akustika@etel.ru, **www.mikroakustika.ru**

ЛИНЕЙНЫЕ СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Б3-700, Б3-710, Б3-720



Модель	Напр., В	Ток, А
Б3-701.4	0 — 15	0 — 6
Б3-703.4	0 — 30	0 — 4
Б3-704.4	0 — 40	0 — 3
Б3-706.4	0 — 60	0 — 2
Б3-711.4	0 — 15	0 — 8
Б3-713.4	0 — 30	0 — 6
Б3-714.4	0 — 40	0 — 5
Б3-716.4	0 — 60	0 — 3
Б3-718.4	0 — 120	0 — 1
Б3-721.4	0 — 15	0 — 12
Б3-723.4	0 — 30	0 — 8
Б3-724.4	0 — 40	0 — 6
Б3-726.4	0 — 60	0 — 4
Б3-728.4	0 — 120	0 — 2

Б3-400

95×130×225 мм.

2,0 кг.

Модель	Напр., В	Ток, А
Б3-405	5	2,5
Б3-406	6	2,5
Б3-409	9	2,5
Б3-412	12	2,5
Б3-415	15	2,5
Б3-424	24	2,5
Б3-427	27	2,5
Б3-460	60	1,0

Б3-500

5,0 кг. 200×130×160 мм.

Модель	Напр., В	Ток, А
Б3-505	2×5	2×2,5
Б3-506	2×6	2×2,5
Б3-509	2×9	2×2,5
Б3-512	2×12	2×2,5
Б3-515	2×15	2×2,5
Б3-524	2×24	2×2,5
Б3-527	2×27	2×2,5
Б3-560	2×60	2×1,0

Источники питания имеют:
• тороидальный силовой трансформатор; • низкий уровень электромагнитных помех; • защита нагрузки от превышения установленного тока; • возможность параллельного и последовательного подключения; • рабочий диапазон температур: минус 30° — плюс 50°С; • возможность работы источника в режимах: стабилизации напряжения или стабилизации тока.

Пульсации выходного тока в режиме стабилизации тока, 2 мА для групп Б3-400, Б3-500, 5 мА — Б3-700, Б3-710, 10мА — Б3-720

Б3-800

45,0 кг.

Модель	Напр., В	Ток, А
Б3-801.5	0 — 40	0 — 40
Б3-802.5	0 — 150	0 — 10
Б3-803.5	0 — 350	0 — 5
Б3-804.5	0 — 40	0 — 20

Пульсации выходного напряжения в режиме стабилизации напряжения не более ±20 мВ, потребляемая мощность не более 3,5 КВт *

Источники группы Б3-800 позволяют:
• записать и вызвать из памяти микропроцессора до 85 различных режимов;
• записать в память микропроцессора время использования источника в каждом режиме.
Источники выпускаются с портом RS-232 либо с портом RS-485.
*Для всех групп источников существует возможность поставки с расширенным температурным диапазоном.

Источники соответствуют требованиям **ГОСТ12997-84.**
Сертификат соответствия
№ РОСС RU.АИ16.Н00146.

455×530×185 мм.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Е 051.101А

140×60×140 мм



	Значение	Класс точн.
≃U, В	0 — 650	0,25/0,05
≃i, А	0 — 5	0,25/0,05
	0 — 50*	
Р, кВт	0 — 3,25	0,5/0,05
	0 — 32,5*	

* с внешним трансформатором тока с коэффициентом трансформации 10.
Измерители работоспособны при температуре:
Е 051.101 — от 10 до +40°С; **Е 051.101А** — от 30 до +50°С.
Питание от сети 220 В, 50 Гц

В7-358.242

	Значение	Класс точн.
≃U, В	0 — 650	0,1/0,05
≃i, А	0 — 20	0,1/0,05
R, Ом	1 — 20×10⁶	0,5
f, Гц	1 — 6×10⁶	0,1/0,05
t, °С	-50 — +125	±5



Предназначен для измерения:
• постоянного напряжения и среднеквадратичного значения периодического напряжения; • постоянного тока и среднеквадратичного значения силы периодического тока; • сопротивления; • частоты периодического напряжения; • температуры.
Прибор выпускается с портом RS-232 либо с портом RS-485.

ФК 01-81-Е1-Г1-728



Прибор содержит:
• источник стабилизированного напряжения и тока серии **Б3-720.4**;
• измеритель цифровой универсальный постоянного тока типа **В 051**;
• измеритель цифровой универсальный переменного тока типа **Е 051**;
• генератор сигналов низкочастотный типа **Г3 053.1**;

Модель	Напр., В	Ток, А
Б3-721.4	0 — 15	0 — 12
Б3-723.4	0 — 30	0 — 8
Б3-724.4	0 — 40	0 — 6
Б3-726.4	0 — 60	0 — 4
Б3-728.4	0 — 120	0 — 2

Характеристики генератора **Г 053**

	Значение
f, кГц	0,01 — 999,999
дискр.	0,1

Характеристики измерителя **В 051**

	Значение	Класс точн.
–U, В	0 — 200	0,2/0,05
–I, А	0 — 20	0,2/0,05
R, кОМ	0 — 2000	1,5/0,1

Характеристики измерителя **Е 051**

	Значение	Класс точн.
≃U, В	0 — 650	0,25/0,05
≃I, А	0 — 5	0,2/0,05
R вх, кОм	90	
W, кВт	0 — 3,25	0,5/0,05

ФК 02-В7-Г1-728

Прибор содержит:
• источник стабилизированного напряжения и тока серии **Б3-720.4**;
• вольтметр цифровой универсальный **В7-358.242**;
• генератор сигналов низкочастотный типа **Г3 053.1**;

Модель	Напр., В	Ток, А
Б3-721.4	0 — 15	0 — 12
Б3-723.4	0 — 30	0 — 8
Б3-724.4	0 — 40	0 — 6
Б3-726.4	0 — 60	0 — 4
Б3-728.4	0 — 120	0 — 2

Характеристики вольтметра **В7-358**

	Значение
≃U, В	0 — 650
≃i, А	0 — 20
R, Ом	1 — 20×10⁶
f, Гц	1 — 6×10⁶
t, °С	-50 — +125

Характеристики генератора **Г 053**

	Значение
f, кГц	0,01 — 999,999
дискр.	0,1

Габаритные размеры комплексов: 385×280×170 мм.
Масса приборов 18 кг.